

TeraOhm 10kV

MI 3200

Benutzerhandbuch

Version 3.1, Code-Nr. 20 751 169



Händler:

Hersteller:

METREL d.d.
Ljubljanska 77
SI-1354 Horjul

Tel.: +386 1 75 58 200
Fax: +386 1 75 49 226
E-mail: metrel@metrel.si
http://www.metrel.si



Das CE-Kennzeichen auf Ihrem Gerät bestätigt, dass dieses Gerät die EU-Richtlinien hinsichtlich Sicherheit und elektromagnetischer Verträglichkeit erfüllt.

Inhalt

1. Allgemeine Einführung

1.1. Eigenschaften

Der Tester **TeraOhm 10 kV** ist ein tragbares, batterie- oder netzbetriebenes Testgerät zum Prüfen des Isolationswiderstandes unter Verwendung hoher Prüfspannungen bis zu 10 kV.

Das Instrument wurde mit den umfangreichen Kenntnissen und Erfahrungen entworfen und hergestellt, die über viele Jahre der Arbeit auf diesem Gebiet erworben wurden.

Der Tester **TeraOhm 10 kV** bietet folgende Funktionen:

- Messung hoher Isolationswiderstände bis zu 10 TΩ
  - Programmierbare Prüfspannung von 500 V bis 10 kV, in Stufen von 25 V
  - R(t)-Diagramme
  - Programmierbarer Timer (1 s bis 30 min)
  - Automatisches Entladen des Prüflings nach Abschluss der Messung
  - Kapazitätsmessung
- Messung des Isolationswiderstandes über der Prüfspannung (Prüfung mit schrittweiser Spannungserhöhung)
  - Fünf diskrete Prüfspannungen, die proportional über den voreingestellten Prüfspannungsbereich verteilt sind
  - Programmierbarer Timer 1 min bis 30 min pro Schritt
- Polarisierungsindex (PI), *dielektrisches Absorptionsverhältnis (DAR) und dielektrisches Entladungsverhältnis (DD)*
  - PI = RINS (t2) / RINS (t1)
  - DAR = R_{1min} / R_{15s}
  - DD = $Idis_{1min}$ / C·U
- DC-Stehspannung bis zu 10 kV
  - Programmierbare Rampenprüfspannung von 500 V bis 10 kV
  - Hochauflösende Rampe (ca. 25 V pro Schritt)
  - Programmierbarer Schwellenstrom bis zu 5 mA
- Spannungs- und Frequenzmessung bis 600 V Wechsel-/Gleichspannung

Ein Punktmatrix-LCD-Display bietet leichte Lesbarkeit der Ergebnisse und aller zugehörigen Parameter. Die Bedienung ist einfach und eindeutig – der Bediener benötigt zur Bedienung des Instruments keine spezielle Schulung (abgesehen von der Lektüre dieses Handbuchs).

Die Prüfergebnisse können im Instrument gespeichert werden. Die neue professionelle PC-Software ermöglicht die unkomplizierte Übertragung von Prüfergebnissen und anderen Parametern in beiden Richtungen zwischen dem Prüfgerät und dem PC.

1.2. Anwendbare Normen

Bedienung des Instruments	IEC/EN 61557-2
Elektromagnetische Verträglichkeit	EN 61326 Klasse B
Sicherheit	EN 61010-1 (Instrument), EN 61010-031 (Zubehör)

2. Beschreibung des Instruments

2.1. Gehäuse des Gerätes

Das Instrument ist in einem Kunststoffgehäuse untergebracht, das für die Schutzklasse gemäß den technischen Daten sorgt.

2.2. Bedienoberfläche

Die Bedienoberfläche ist in der folgenden Abbildung dargestellt ***(Abb. 1)***.

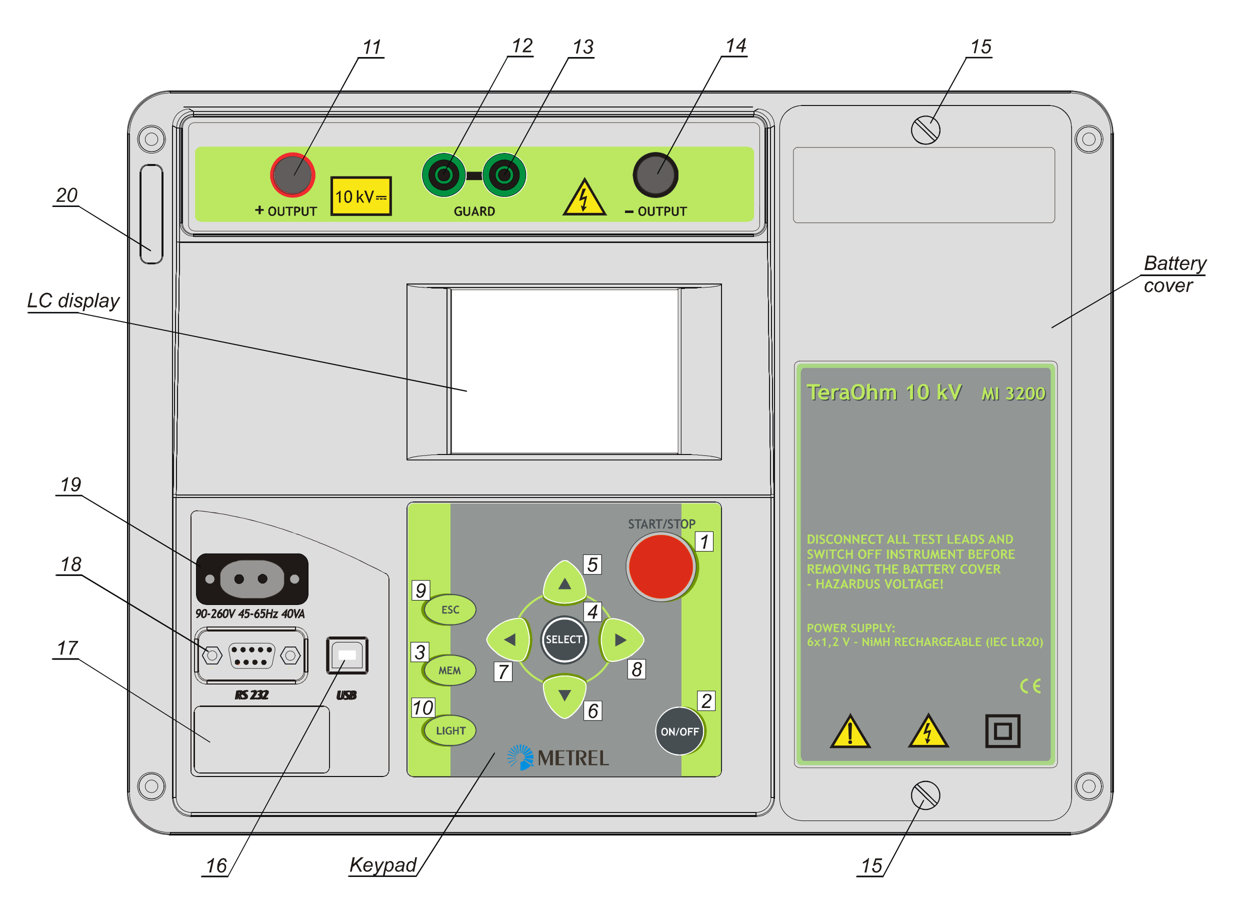


Abb. 1. *Frontplatte*



Nur Original-Prüfzubehör verwenden!
Die maximal zulässige Spannung zwischen den Prüfklemmen und Erde beträgt 600 V.
Die maximal zulässige Spannung zwischen den Prüfklemmen beträgt 600 V.
Klemmen Sie alle Prüfleitungen ab, ziehen Sie das Netzkabel ab und schalten Sie das Gerät aus, bevor Sie die Batterieabdeckung entfernen – gefährliche Spannung!.

Legende:

1 .... **START/STOP**-Taste zum Starten oder Stoppen einer Messung
2 .... **ON/OFF**-Taste zum Ein- bzw. Ausschalten des Instruments
3 .... **MEM**-Taste zum Speichern, Laden und Löschen von Ergebnissen
4 .... **SELECT**-Taste zum Erreichen des Einstellmodus für die gewählte Funktion oder zum Wählen des einzustellenden aktiven Parameters
5 .... ▲ **Cursor**-Taste zur Auswahl einer Option, aufwärts
6 .... ▼ **Cursor**-Taste zur Auswahl einer Option, abwärts
7 .... ◀ **Cursor**-Taste zum Verringern des gewählten Parameters
8 .... ▶ **Cursor**-Taste zum Erhöhen des gewählten Parameters
9 .... **ESC**-Taste zum Verlassen des gewählten Modus
10 .... **Light**-Taste, um die Hinterleuchtung des Displays ein- und auszuschalten
11 .... Positive Isolationswiderstands-**Prüfklemme** (+OUT)
12,13 ... **GUARD**-Prüfklemmen (Schirm) zum Ableiten möglicher Leckströme beim Messen der Isolation. Die Buchsen unter Punkt 12 und 13 sind innerhalb des Gerätes miteinander verbunden.
14 .... Negative Isolationswiderstands-**Prüfklemme** (-OUT)
15 .... Schraube (zum Ersetzen der Batterien zu entfernen)
16 .... Galvanisch getrennter **USB-Anschluss** zur Verbindung des Geräts mit dem PC
17 .... Schild des Händlers oder leer
18 .... Galvanisch getrennter **RS-232-Anschluss** zur Verbindung des Geräts mit dem PC
19 .... Netzanschluss für die Netzversorgung des Geräts
20 .... Seriennummer des Instruments

2.3. Zubehör

Das Zubehör besteht aus standardmäßigem und optionalem Zubehör. Optionales Zubehör kann auf Anfrage geliefert werden. Siehe beigefügte Liste der Standard-Konfiguration und der Optionen, wenden Sie sich an Ihren Händler oder besuchen Sie die METREL-Homepage. http://www.metrel.si.

2.4. Prüfleitungen

Die Standardlänge der Prüfleitungen beträgt 2 m; optionale Längen sind 8 m und 15 m. Zu weiteren Einzelheiten siehe beigefügte Liste der Standard-Konfiguration und der Optionen, wenden Sie sich an Ihren Händler oder besuchen Sie die METREL-Homepage. **Fehler! Hyperlink-Referenz ungültig.**.
Alle Prüfleitungen bestehen aus geschirmtem Hochspannungskabel, weil geschirmte Leitungen eine höhere Genauigkeit bei Messungen bieten und unempfindlicher gegenüber Störungen sind, die in industrieller Umgebung auftreten können.

2.4.1. Geschirmte Hochspannungs-Prüfleitung mit Hochspannungsspitze



Bemerkungen zur Anwendung:
Diese Prüfleitung ist für die Handprüfung der Isolation gedacht.

Isolationsdaten:
- Hochspannungs-Prüfspitze (rot): 10 kV= (Doppelisolierung);
- Hochspannungs-Bananenstecker (rot) 10 kV= (Grundisolierung);
- Schirm-Bananenstecker (grün) 600 V KAT IV (Doppelisolierung);
- Leitung (gelb): 12 kV (abgeschirmt).

2.4.2. Geschirmte Hochspannungs-Prüfleitungen mit Hochspannungs-Krokodilklemmen





Bemerkungen zur Anwendung:
Diese Prüfleitungen sind für die diagnostische Prüfung der Isolation gedacht.

Isolationsdaten:
- Hochspannungs-Bananenstecker (rot, schwarz): 10 kV= (Grundisolierung);
- Krokodilklemmen (rot, schwarz): 10 kV= (Grundisolierung);
- Schirm-Bananenstecker (grün) 600 V KAT IV (Doppelisolierung);
- Leitung (gelb): 12 kV (abgeschirmt).

2.4.3. Schirm-Prüfleitung mit Krokodilklemme

Isolationsdaten:

- Schirm-Prüfleitung mit Bananensteckern (grün): 600 V KAT IV (Doppelisolierung);
- Krokodilklemme (grün): 600 V KAT IV (Doppelisolierung).

3. Warnungen

Um ein Höchstmaß an Bediensicherheit bei der Durchführung verschiedener Prüfungen mit dem Tester **TeraOhm 10kV** zu erreichen und um Schäden an der Prüfausrüstung zu vermeiden, müssen folgende allgemeine Warnungen beachtet werden:

BEDEUTUNG DER SYMBOLE



Dieses Symbol am Instrument bedeutet „Lesen Sie das Handbuch besonders sorgfältig durch“.



Dieses Symbol am Instrument bedeutet „Gefährliche Spannung über 1000 V kann an den Prüfklemmen anliegen!“.

ALLGEMEINE VORKEHRUNGEN

- ♦ **Wenn das Prüfgerät nicht in der in diesem Benutzerhandbuch vorgeschriebenen Art und Weise benutzt wird, kann der Schutz beeinträchtigt werden, den das Gerät bietet.**
- ♦ **Benutzen Sie das Instrument und das Zubehör nicht, wenn ein Schaden bemerkt wurde.**
- ♦ **Alle allgemein bekannten Vorkehrungen sind zu beachten, um während des Umgangs mit elektrischen Anlagen die Gefahr eines Stromschlags auszuschließen.**
- ♦ **Wartungseingriffe oder Kalibrierungen dürfen nur von kompetenten und befugten Personen durchgeführt werden.**
- ♦ **Nur entsprechend geschulte und kompetente Personen dürfen das Gerät betreiben.**
- ♦ **Ein Punktmatrix-LCD-Display bietet leichte Lesbarkeit der Ergebnisse und aller zugehörigen Parameter. Die Bedienung ist einfach und eindeutig – der Bediener braucht zur Bedienung des Instruments keine spezielle Schulung (abgesehen von der Lektüre dieses Handbuchs).**

BATTERIEN

- ♦ **Trennen Sie alle Prüfleitungen und das Netzkabel ab, und schalten Sie die Stromversorgung aus, bevor Sie das Batteriefach öffnen.**
- ♦ **Benutzen Sie nur wiederaufladbare NiMH-Batterien (IEC LR20, MONO)!**

EXTERNE SPANNUNGEN

- ♦ **Schließen Sie das Instrument nicht an eine andere Netzspannung an als auf dem Schild neben dem Netzanschluss angegeben ist, sonst kann das Gerät beschädigt werden.**

- **Schließen Sie Prüfklemmen nicht an externe Spannungen über 600 V (Gleich- oder Wechselspannung, Umgebung Kat IV) an, damit das Prüfinstrument nicht beschädigt wird.**

ARBEITEN MIT DEM INSTRUMENT

- ♦ **Verwenden Sie nur standardmäßiges oder optionales Prüfzubehör, das von Ihrem Händler geliefert wurde.**
- ♦ **Der Prüfling muss ausgeschaltet (d. h. spannungsfrei gemacht) werden, bevor die Prüfleitungen daran angeschlossen werden.**
- ♦ **Berühren Sie während des Tests keine leitenden Teile des Prüflings.**
- ♦ **Stellen Sie sicher, dass der Prüfling abgetrennt ist (Netzspannung getrennt), bevor Sie mit der Messung des Isolationswiderstandes beginnen.**
- **Berühren Sie den geprüften Gegenstand während der Prüfung nicht; Gefahr eines elektrischen Schlages!**
- **Bei einem kapazitiven Prüfling (langes Kabel usw.) benötigt das automatische Entladen des Prüflings nach dem Abschluss der Messung möglicherweise einige Zeit – eine Meldung „Please wait, discharging” (Bitte warten, Entladen läuft) wird angezeigt.**

UMGANG MIT KAPAZITIVEN LASTEN

- ♦ **Bedenken Sie, dass 40 nF, auf 1 kV aufgeladen, oder 5 nF, auf 10 kV aufgeladen, lebensgefährlich sind!**
- ♦ **Berühren Sie niemals den Prüfling während der Prüfung, bevor er vollständig entladen ist.**
- ♦ **Die maximale äußere Spannung zwischen je zwei Leitungen beträgt 600 V (Umgebung KAT IV).**

4. Durchführung der Messungen

4. 1. Einschalten des Instruments

Selbstkalibrierung
Das Instrument wird durch Druck auf die Taste **ON/OFF** eingeschaltet. Nach dem Einschalten führt das Gerät die Selbstkalibrierung durch (***Abb. 3***).

Hinweis:
Wenn Batterien defekt sind oder fehlen und das Gerät vom Netz versorgt wird, schaltet es sich nicht ein.

Während der Selbstkalibrierung sollten die Prüfleitungen entfernt werden. Sonst könnte die Selbstkalibrierung fehlschlagen und das Gerät Sie zum Abtrennen der Prüfleitungen und zum Aus- und Wiedereinschalten auffordern.
Nach Abschluss der Selbstkalibrierung erscheint das **HAUPTMENÜ** (***Abb. 4***), und das Instrument ist betriebsbereit.

Die Selbstkalibrierung verhindert, dass sich die Genauigkeit bei der Messung sehr niedriger Ströme verringert. Sie kompensiert die Auswirkungen von Alterung, Temperatur- und Feuchtigkeitsänderungen usw.
Eine erneute Selbstkalibrierung wird empfohlen, wenn sich die Temperatur um mehr als 5 °C ändert.

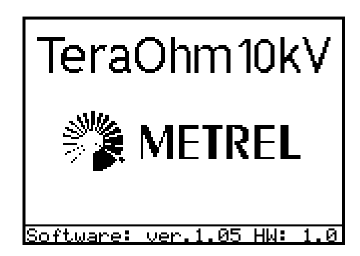


Abb. 2. *Erste Einführung*

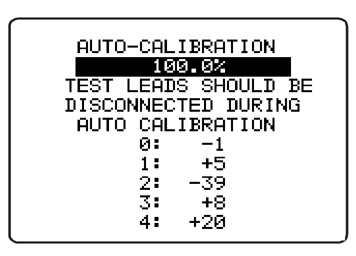


Abb. 3. *Zustand „Selbstkalibrierung“*

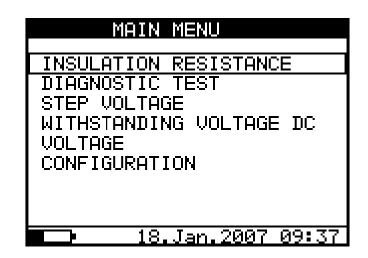


Abb. 4*. Hauptmenü*

Hinweis:
Wenn das Instrument während der Selbstkalibrierung einen inkorrekten Zustand erkennt, wird die folgende Warnmeldung angezeigt:

FEHLER!
- PRÜFLEITUNGEN ANGESCHLOSSEN:
  TRENNEN SIE SIE AB UND SCHALTEN SIE DAS INSTRUMENT ERNEUT EIN
- BEDINGUNGEN AUSSERHALB DES BEREICHS: START DRÜCKEN, UM
  FORTZUFAHREN

Mögliche Ursachen für unzulässige Bedingungen sind zu hohe Luftfeuchtigkeit, zu hohe Temperatur usw. In diesem Fall kann man durch erneutes Drücken der Taste START/STOP Messungen durchführen, aber die Ergebnisse könnten außerhalb der technischen Daten liegen.

Netzbetrieb des Instruments
Wenn Sie das Gerät im ausgeschalteten Zustand an das Netz anschließen, beginnt das interne Ladeteil mit dem Laden der Batterien, aber das Instrument bleibt ausgeschaltet. In der unteren linken Ecke des LCD-Displays erscheint die blinkende Batterieanzeige, um anzuzeigen, dass die Batterien geladen werden.

Hinweis: Wenn die Batterien defekt sind oder fehlen, funktioniert das Ladeteil nicht. In der unteren linken Ecke des Displays erscheint nur das Symbol eines Netzsteckers.

Wenn das Instrument im eingeschalteten Zustand an das Netz angeschlossen wird, geht es automatisch von Batterie- in Netzbetrieb über. In der unteren linken Ecke des Displays erscheint das Symbol eines Netzsteckers. Wenn sich das Instrument nicht im Messmodus* befindet, beginnt das interne Ladeteil, die Batterien zu laden. In der unteren linken Ecke des LCD-Displays beginnt die Batterieanzeige zu blinken und zeigt damit an, dass die Batterien geladen werden.

Hinweis: Es wird nicht empfohlen, das Instrument an das Netz anzuschließen oder davon zu trennen, während es sich im Messmodus* befindet.

*Messmodus Wenn das Instrument eine Prüfung ausführt.

Betrieb mit Hinterleuchtung (Gerät batteriebetrieben)
Nach dem Einschalten des Geräts wird die LCD-Hinterleuchtung automatisch eingeschaltet. Sie kann einfach durch Drücken der **LIGHT**-Taste aus- und eingeschaltet werden.

Betrieb mit Hinterleuchtung (Gerät netzbetrieben)
Nach dem Einschalten des Geräts wird die LCD-Hinterleuchtung automatisch ausgeschaltet. Sie kann einfach durch Drücken der **LIGHT**-Taste aus- und eingeschaltet werden.

Ausschaltfunktion
Das Instrument kann nur durch Druck auf die Taste **ON/OFF** ausgeschaltet werden. Um Langzeitmessungen zu erlauben, gibt es keine automatische Ausschaltfunktion.

4.2. Konfiguration

Die Funktion Konfiguration ermöglicht die Auswahl und Einstellung der Parameter nach ***Tabelle 1***, die nicht direkt mit dem Messverfahren zu tun haben (***Abb. 5***).
Im unteren Abschnitt des Displays wird der Status der Spannungsversorgung angezeigt.
Mit dem folgenden Verfahren können einige der Konfigurationsparameter eingestellt werden:

1. Benutzen Sie die Pfeile ↑ und ↓**,** um den einzustellenden Parameter (die Zeile) zu wählen.
2. Benutzen Sie die Pfeile ← und →, um den Wert des gewählten Parameters zu ändern. Wenn es in einer Zeile zwei oder mehr Unterparameter (z. B. Datum und Zeit) gibt, benutzen Sie die Taste **SELECT**, um zum nächsten Unterparameter und zurück zu springen.

Löschen aller Speicherplätze:
1. Wählen Sie **Configuration** aus dem Hauptmenü.
2. Markieren Sie mit den Pfeilen ↑ und ↓ die Option **Memory Clear** (Speicher löschen)**.**
3. Drücken Sie die Taste **SELECT**; die Meldung „**Press MEM to confirm!”** (Zum Bestätigen MEM drücken!) wird angezeigt.
4. Drücken Sie die Taste **MEM**, um alle Speicherplätze zu löschen, oder **ESC**, um den Vorgang abzubrechen.

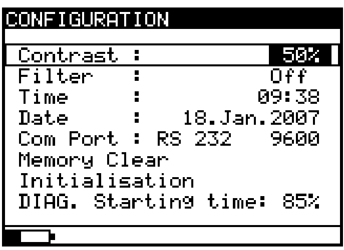


Abb. 5*. Konfigurationszustand*

Parameter	Wert	Bemerkung
Contrast	0%..100%	Einstellung des LCD-Kontrasts
Filter	Fil1, Fil2, Fil3, Fil0	Auswahl von Rauschfiltern, siehe Kapitel 5.3. Filteroption
Time		Einstellen der aktuellen Uhrzeit (Stunde : Minute)
Date		Einstellen des aktuellen Datums (Tag-Monat-Jahr)
Com Port	RS 232 2400, RS 232 4800, RS 232 9600, RS 232 19200, USB 115000	Einstellen des Kommunikationsmodus und der Geschwindigkeit.
Memory clear		Löschen aller Speicherplätze
Initialization		Nur werksintern und für Wartung!
DIAG. Starting time	0%..90%	Einstellung des Starts des Timers bei den Funktionen DIAGNOSTIC TEST (DIAGNOSEPRÜFUNG) entsprechend der Nennspannung Unominal. Siehe zusätzliche Erklärung in Kapitel 5.6.

Tabelle 1*. Konfigurationsparameter*

5. Messungen

5.1. Allgemeine Informationen zur Hochspannungsprüfung mit Gleichspannung

Zweck der Isolationsprüfungen
Isoliermaterialien sind wichtige Teile in fast jedem elektrischen Produkt. Die Eigenschaften des Materials hängen nicht nur von seiner Zusammensetzung, sondern auch von Temperatur, Verschmutzung, Feuchtigkeit, Alterung, elektrischer und mechanischer Beanspruchung usw. ab. Die Sicherheit und die Betriebszuverlässigkeit erfordern die regelmäßige Wartung und Prüfung des Isoliermaterials, um sicherzustellen, dass es in gutem Betriebszustand gehalten wird. Hochspannungs-Prüfmethoden werden zum Prüfen von Isoliermaterialien angewandt.

Prüfen mit Gleich- oder Wechselspannung
Das Prüfen mit Gleichspannung wird weithin als nützlich anerkannt wie das mit Wechselspannung und/oder gepulster Spannung. Gleichspannung kann für Durchschlagsprüfungen verwendet werden, besonders dort, wo hohe kapazitive Leckströme bei Messungen mit Wechselspannung oder gepulster Spannung stören. Gleichspannung wird hauptsächlich bei Messprüfungen des Isolationswiderstandes angewandt. Bei dieser Art Prüfung wird die Spannung durch die betreffende Produktanwendungsgruppe bestimmt. Diese Spannung ist niedriger als die bei der Stehspannungsprüfung verwendete; daher können die Prüfungen häufiger durchgeführt werden, ohne das Prüfmaterial zu beanspruchen.

Typische Isolationsprüfungen
Im Allgemeinen bestehen Isolationswiderstandsprüfungen aus folgenden möglichen Verfahren:
- Einfache Messung des Isolationswiderstands, auch Stichprobe genannt;
- Messung der Beziehung zwischen Spannung und Isolationswiderstand;
- Messung der Beziehung zwischen Zeit und Isolationswiderstand;
- Prüfung der Restladung nach der dielektrischen Entladung.

Die Ergebnisse dieser Prüfung können darauf hinweisen, ob ein Austausch des Isolationssystems erforderlich ist.
Typische Beispiele, für die eine Prüfung des Isolationswiderstands und seine Diagnose empfohlen werden, sind Transformator- und Motor-Isolationssysteme, Kabel und andere elektrische Ausrüstung.

Elektrische Darstellung von Isolationsmaterial
Abb. 6 zeigt das Ersatzschaltbild von Isolationsmaterial.

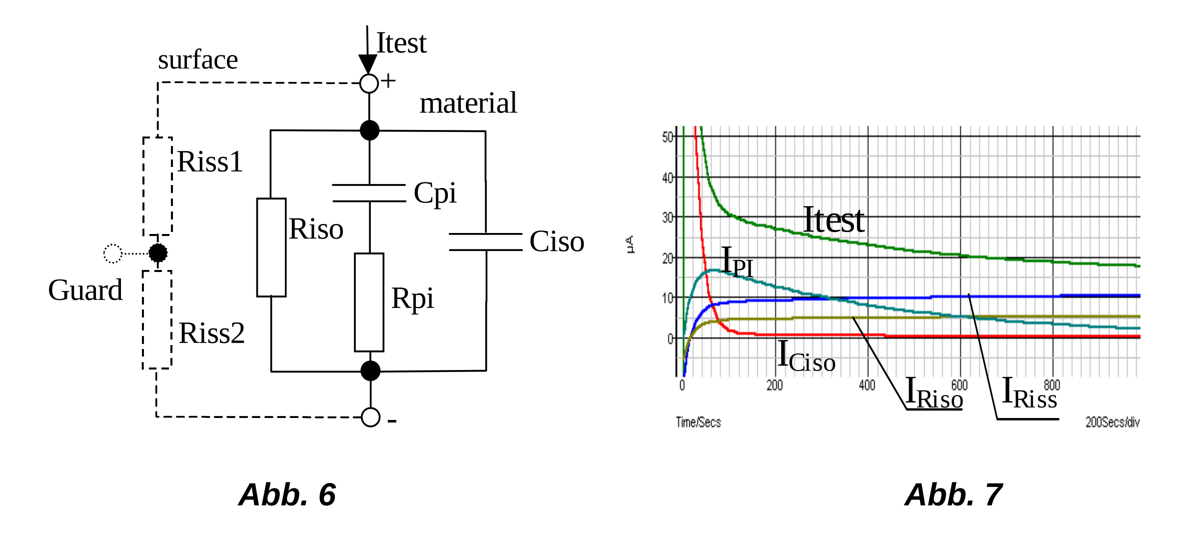


Abb. 6 ***Abb. 7***

R_{iss1} und R_{iss2} – spezifischer Oberflächenwiderstand (Position des optionalen Schirmanschlusses)
R_{iso} – tatsächlicher Isolationswiderstand des Materials
C_{iso} – Kapazität des Materials
C_{pi}, R_{pi} – stellen Polarisierungseffekte dar.

Abb. 7 zeigt typische Ströme für diesen Kreis.

I_{test} = Gesamt-Prüfstrom ($I_{test}= I_{PI}+ I_{RISO}+ I_{RISS}$)
I_{PI} = Polarisations-Absorptionsstrom
I_{RISO} = tatsächlicher Isolationsstrom
I_{RISS} = Oberflächen-Leckstrom

Einige Anwendungsbeispiele für Teraohm 10 kV

Grundprüfung des Isolationswiderstandes

Praktisch jede Norm, die sich mit der Sicherheit elektrischer Ausrüstungen und Installationen befasst, fordert die Durchführung einer grundlegenden Isolationsprüfung. Beim Prüfen von niedrigeren Werten (im MΩ–Bereich), herrscht normalerweise der Grund-Isolationswiderstand (R_{iso})vor. Die Ergebnisse sind zweckmäßig und stabilisieren sich schnell.

- Es ist wichtig, Folgendes zu berücksichtigen:Spannung, Zeit und Grenzwert werden üblicherweise in der entsprechenden Norm oder Vorschrift angegeben.
- Die Messzeit sollte auf 60 s oder die minimale Zeit eingestellt werden, die zum Aufladen der Isolationskapazität C_{iso} benötigt wird.
- Manchmal muss die Umgebungstemperatur berücksichtigt und das Ergebnis an eine Standardtemperatur von 40 °C angepasst werden.
- Wenn Oberflächen-Leckströme die Messung stören (siehe oben R_{iss}), benutzen Sie den Schirmanschluss (siehe 5.2). Das wird kritisch, wenn die Messwerte im GΩ-Bereich liegen.

Prüfung der Spannungsabhängigkeit – Stufenspannungsprüfung

Diese Prüfung zeigt, ob die geprüfte Isolation elektrisch oder mechanisch beansprucht worden ist. In diesem Fall ist die Anzahl an Isolationsanomalien (z. B. Risse, örtliche Durchschläge, leitende Abschnitte usw.) erhöht, und die Gesamt-Durchschlagspannung

ist reduziert. Überhöhte Feuchtigkeit und Verschmutzung spielen eine bedeutende Rolle, besonders im Falle mechanischer Beanspruchung.
- Die Stufen der Prüfspannung liegen gewöhnlich nahe bei denen, die bei der DC-Stehspannungsprüfung gefordert werden.
- Manchmal wird empfohlen, die Maximalspannung für diese Prüfung nicht höher als 60 % der Stehspannung zu wählen.

Wenn die Ergebnisse aufeinanderfolgender Prüfungen eine Verringerung beim geprüften Isolationswiderstand zeigen, sollte die Isolation ersetzt werden.

Prüfung der Zeitabhängigkeit – Diagnoseprüfung

POLARISATIONSINDEX

Der Zweck dieser Diagnoseprüfung ist es, den Einfluss des Polarisierungsteils der Isolierung (R_{pi}, C_{pi}) zu bestimmen.
Nach Anlegen einer hohen Spannung an einen Isolator richten sich die elektrischen Dipole im Isolator zum angelegten elektrischen Feld aus. Dieses Phänomen wird Polarisierung genannt. Während sich die Moleküle polarisieren, setzt ein Polarisierungs-(Absorptions-)strom den Gesamt-Isolationswiderstand des Materials herab.
Der Absorptionsstrom (I_{PI}) bricht typischerweise nach einigen Minuten zusammen. Wenn sich der Gesamtwiderstand des Materials nicht erhöht, bedeutet das, dass andere Ströme (z. B. Oberflächenleckströme) beim Gesamt-Isolationswiderstand vorherrschen.

- PI ist definiert als das Verhältnis der in zwei Zeitfenstern gemessenen Widerstände. Typischerweise nimmt man das Verhältnis des 10-min-Werts zum 1-min-Wert, jedoch ist das keine Regel.
- Die Prüfung wird typischerweise bei derselben Spannung durchgeführt wie die Isolationswiderstandsprüfung.
- Wenn der Ein-Minuten-Isolationswiderstand größer ist als 5000 MΩ, dann ist diese Messung möglicherweise nicht gültig (neue moderne Isolationstypen).
- Das in Transformatoren und Motoren verwendete ölgetränkte Papier ist ein typisches Isolationsmaterial, das diese Prüfung erfordert.

Im Allgemeinen zeigen Isolatoren, die sich in gutem Zustand befinden, einen „hohen" Polarisierungsindex, während das bei beschädigten Isolatoren nicht der Fall ist. Beachten Sie, dass diese Regel nicht immer gilt. Mehr Informationen finden Sie im Metrel-Handbuch **Insulation Testing Techniques** (Isolationsprüftechniken).

Allgemein anwendbare Werte:

PI-Wert	Geprüfter Materialstatus
1 bis 1,5	Nicht akzeptabel (ältere Typen)
2 bis 4 (typisch 3)	Wird als gute Isolation betrachtet (ältere Typen)
1 (sehr hoher Isolationswiderstand)	Moderner Typ von (guten) Isolationssystemen

Beispiel für minimal akzeptable Werte für Motor-Isolation (IEEE 43):
Klasse A =1,5; Klasse B = 2,0; Klasse F =2,0; Klasse H =2,0.

DIELEKTRISCHE ENTLADUNG

Ein zusätzlicher Effekt der Polarisierung ist die Erholungsladung (aus C_{pi}) nach dem regelgerechten Entladen im Anschluss an eine abgeschlossene Prüfung. Das kann auch

eine zusätzliche Messung zur Bewertung der Qualität von Isolationsmaterial sein. Diesen Effekt findet man im Allgemeinen in Isolationssystemen mit einer großen Kapazität C_{iso}.
Der Polarisationseffekt (unter „Polarisierungsindex" beschrieben) verursacht die Bildung einer Kapazität (C_{pi}). Idealerweise würde sich diese Ladung sofort abbauen, sobald keine Spannung mehr am Material anliegt. In der Praxis ist dies nicht der Fall.
In Verbindung mit dem Polarisationsindex (PI) ist die dielektrische Entladung (DD) eine weitere Möglichkeit, die Qualität und Brauchbarkeit eines Isolationsmaterials zu überprüfen. Ein Material, das sich schnell entlädt, würde einen niedrigen Wert ergeben, während ein Material, das eine lange Zeit zum Entladen benötigt, einen höheren Wert liefert (in nachstehender Tabelle beschrieben; weitere Informationen siehe Abschnitt 5.6).

DD-Wert	Geprüfter Materialstatus
> 4	schlecht
2 - 4	kritisch
< 2	gut

Stehspannungsprüfung

Einige Normen erlauben die Verwendung einer Gleichspannung als Alternative zur Stehspannungsprüfung mit Wechselspannung. Zu diesem Zweck muss die Prüfspannung eine gegebene Zeit über der zu prüfenden Isolation angelegt sein. Das Isolationsmaterial hat die Prüfung nur dann bestanden, wenn kein Durchschlag oder Überschlag aufgetreten ist. Die Normen empfehlen, diese Prüfung bei einer niedrigen Spannung zu beginnen und die endgültige Prüfspannung mit einem Anstieg zu erreichen, der den Ladestrom unter dem Grenzwert der Stromschwelle hält. Die Testdauer beträgt normalerweise 1 min.
Die Stehspannungsprüfung oder dielektrische Prüfung wird eingesetzt für:
- Typprüfungen (Abnahmeprüfungen), wenn ein neues Produkt zur Fertigung vorbereitet wird,
- Routineprüfung (Produktionsprüfung) zur Sicherheitsüberprüfung bei jedem Produkt,
- Wartungs- und Kundendienstprüfungen für alle Geräte, deren Isolationssystem einer möglichen Verschlechterung unterworfen sein kann.

Einige Beispiele für DC-Stehspannungsprüfwerte sind:

Norm (nur Probenwerte)	Spannung
EN/IEC 61010-1 KAT II 300 V Grundisolation	1970 V
EN/IEC 61010-1 KAT II 300 V Doppelisolation	3150 V
IEC 60439-1 (Abstand zwischen unter Spannung stehenden Teilen…), Stoßstehspannung 4 kV, 500 m	4700 V
IEC 60598-1	2120 V

Feuchtigkeit und Isolationswiderstandsmessungen

Beim Prüfen außerhalb der Referenz-Umgebungsbedingungen kann die Qualität der Messungen des Isolationswiderstands durch Feuchtigkeit beeinträchtigt werden. Feuchtigkeit erzeugt Leckstrompfade auf der Oberfläche des gesamten Messsystems

(d. h. geprüfter Isolator, Prüfleitungen, Messinstrument usw.). Der Einfluss von Feuchtigkeit verringert die Genauigkeit insbesondere beim Prüfen sehr hoher Widerstände (d. h. Teraohm). Die schlechtesten Bedingungen treten in Umgebungen mit hoher Kondensatbildung auf, die auch die Sicherheit beeinträchtigen kann. Im Falle hoher Feuchtigkeit wird empfohlen, den Prüfraum vor und während der Messungen zu belüften. Im Falle kondensierter Feuchtigkeit muss das Messsystem trocknen, und es können mehrere Stunden oder sogar Tage Erholzeit nötig sein.

5.2. Schirmanschluss

Der Zweck des GUARD-Anschlusses (Schirm) ist es, mögliche Leckströme (z. B. Oberflächenströme) abzuleiten, die nicht auf das gemessene Isolationsmaterial selbst, sondern auf die Verschmutzung und Feuchtigkeit der Oberfläche zurückzuführen sind. Dieser Strom stört die Messung, d.h. das Ergebnis für den Isolationswiderstand wird durch diesen Strom beeinflusst. Der GUARD-Anschluss ist intern mit demselben Potential verbunden wie die negative Prüfklemme (schwarz). Die GUARD-Prüfklemme sollte mit dem Prüfling verbunden werden, um den größten Teil des unerwünschten Leckstroms zu erfassen, siehe nachstehende ***Abb. 8***.

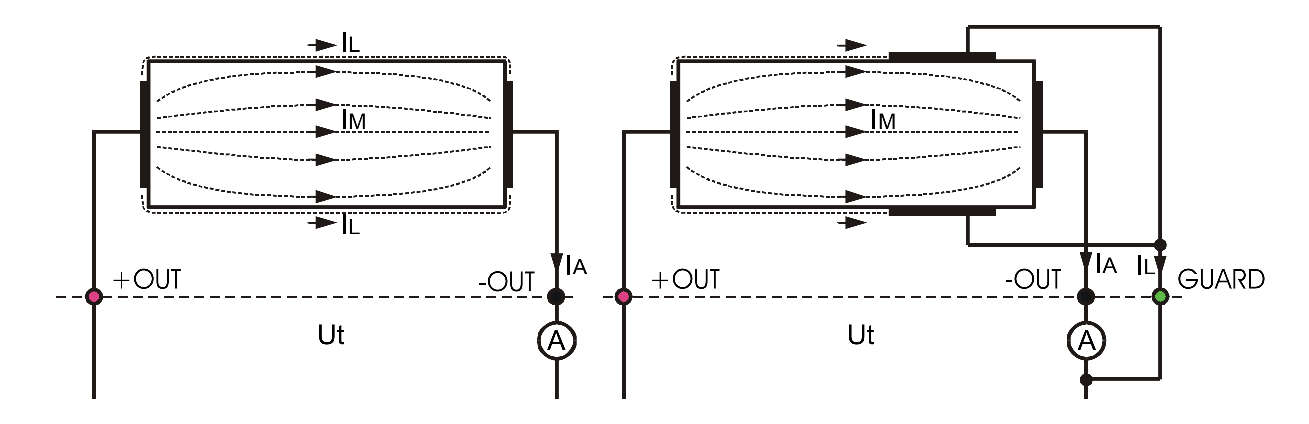


Abb. 8 *Verbindung des GUARD-Anschlusses mit dem Messobjekt*

mit
Ut ....Prüfspannung
I_L ....Leckstrom (verursacht durch Oberflächenschmutz und -feuchtigkeit)
I_M.........Strom durch Material (abhängig vom Materialzustand)
I_A ....Strom durch Amperemeter
Ergebnis ohne Verwendung des GUARD-Anschlusses:
$R_{IS} = Ut / I_A = Ut / (I_M + I_L)$ …falsches Ergebnis.

Ergebnis unter Verwendung des GUARD-Anschlusses:
$\mathbf{R_{IS} = Ut / I_A = Ut / I_M}$ ……korrektes Ergebnis.

Es wird empfohlen, den GUARD-Anschluss zu verwenden, wenn hohe Isolationswiderstände (>10 GΩ) gemessen werden.

Hinweis:

- Der GUARD-Anschluss wird mit einer internen Impedanz (400 kΩ) geschützt.
- Das Instrument hat zwei GUARD-Anschlüsse zur einfachen Verbindung geschirmter Messleitungen.

5.3. Filteroptionen

Es sind Filter eingebaut, um den Einfluss von Störsignalen auf die Messergebnisse zu reduzieren. Diese Option ermöglicht stabilere Ergebnisse, besonders wenn man es mit hohen Isolationswiderständen zu tun hat (Isolationswiderstand, Diagnoseprüfung, stufenweise Spannung). Bei diesen Funktionen wird der Status der Filteroption in der oberen rechten Ecke des LCD-Bildschirms angezeigt. Die nachstehende ***Tabelle 2*** enthält eine Definition der einzelnen Filteroptionen:

Filteroption	Bedeutung
Fil0	Tiefpassfilter mit Grenzfrequenz 0,5 Hz in der Signalleitung.
Fil1	Zusätzliches Tiefpassfilter mit Grenzfrequenz 0,05 Hz in der Signalleitung.
Fil2	Fil1 mit erhöhter Integrationszeit (4 s).
Fil3	Fil2 mit zusätzlicher zyklischer Mittelwertbildung von 5 Ergebnissen.

Tabelle 2. *Filteroptionen*

ZWECK DES FILTERNS

Vereinfacht ausgedrückt, glätten die Filter die Messströme durch Mittelwertbildung und Bandbreitenbegrenzung. Es gibt mehrere Störquellen:

- Wechselströme bei Netzfrequenz und ihren Oberwellen, Schaltspitzen usw. machen die Ergebnisse instabil. Diese Ströme entstehen meistens infolge von Übersprechen über Isolationskapazitäten nahe spannungsführenden Systemen.
- Andere in die elektromagnetische Umgebung der geprüften Isolierung induzierte oder eingekoppelte Ströme.
- Restwelligkeit vom internen Hochspannungsregler.
- Ladeeffekte von hoch kapazitiven Lasten und/oder langen Kabeln.

Spannungsänderungen sind relativ gering bei Isolation mit hohem Widerstand; daher ist es das Wichtigste, den Messstrom zu filtern.

Hinweis:

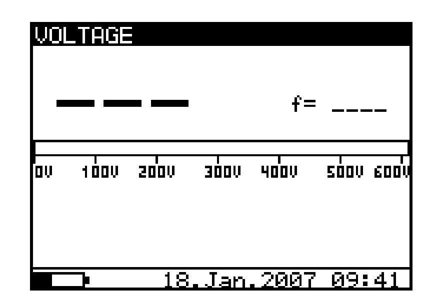
Alle Filteroptionen erhöhen die Einschwingzeit, Fil1 auf 60 s, Fil2 auf 70 s und Fil3 auf 120 s.

- Bei der Verwendung der Filter muss genau auf die Auswahl der Zeitintervalle geachtet werden.
- Die empfohlenen minimalen Messzeiten bei der Verwendung von Filtern sind die Einschwingzeiten der gewählten Filteroption.

Beispiel:
Ein Rauschstrom von 1 mA / 50 Hz trägt bei der Messung von 1 GΩ etwa ±15 % zur Streuung des Messergebnisses bei.
Durch Wahl der Option FIL1 reduziert sich die Streuung auf weniger als ±2 %.
Im Allgemeinen verbessert die Verwendung von FIL2 und FIL3 die Rauschunterdrückung weiter.

5.4. Spannungsmessung

Mit der Wahl der Funktion VOLTAGE (Spannung) werden die folgenden Zustände angezeigt (Anfangszustand und Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung, siehe ***Abb. 9***).



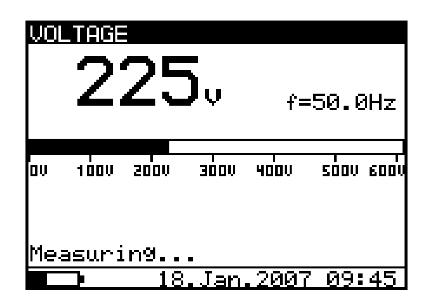


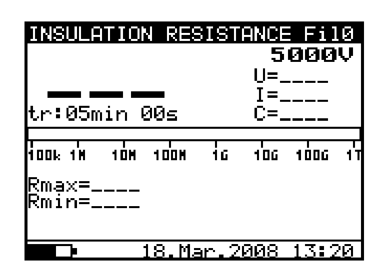
Abb. 9. *Anzeigezustände der Funktion VOLTAGE (Spannung)*

Messverfahren:
- Verbinden Sie die Messleitungen mit dem Instrument und der gemessenen Spannungsquelle.
- Drücken Sie die Taste **START/STOP**, um die Messung zu starten; eine kontinuierliche Messung beginnt.
- Drücken Sie die Taste **START/STOP** erneut, um die Messung zu stoppen.
- Das Ergebnis (siehe rechtes Bild in ***Abb. 9***) kann optional durch zweimaliges Drücken der **MEM**-Taste gespeichert werden, siehe Kapitel 6.1: Speichern, Laden und Löschen.

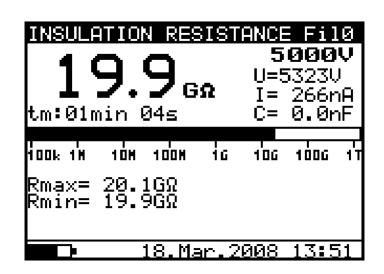
Warnung!
- **Zu Sicherheitsmaßnahmen beachten Sie das Kapitel Warnungen!**

5. Messung des Isolationswiderstandes

Mit der Wahl der Funktion INSULATION RESISTANCE (Isolationswiderstand) werden die folgenden Zustände angezeigt (Anfangszustand und Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung). ***Abb. 10*** zeigt die Zustände, wenn das R(t)-Diagramm deaktiviert ist.




Anfangsanzeige



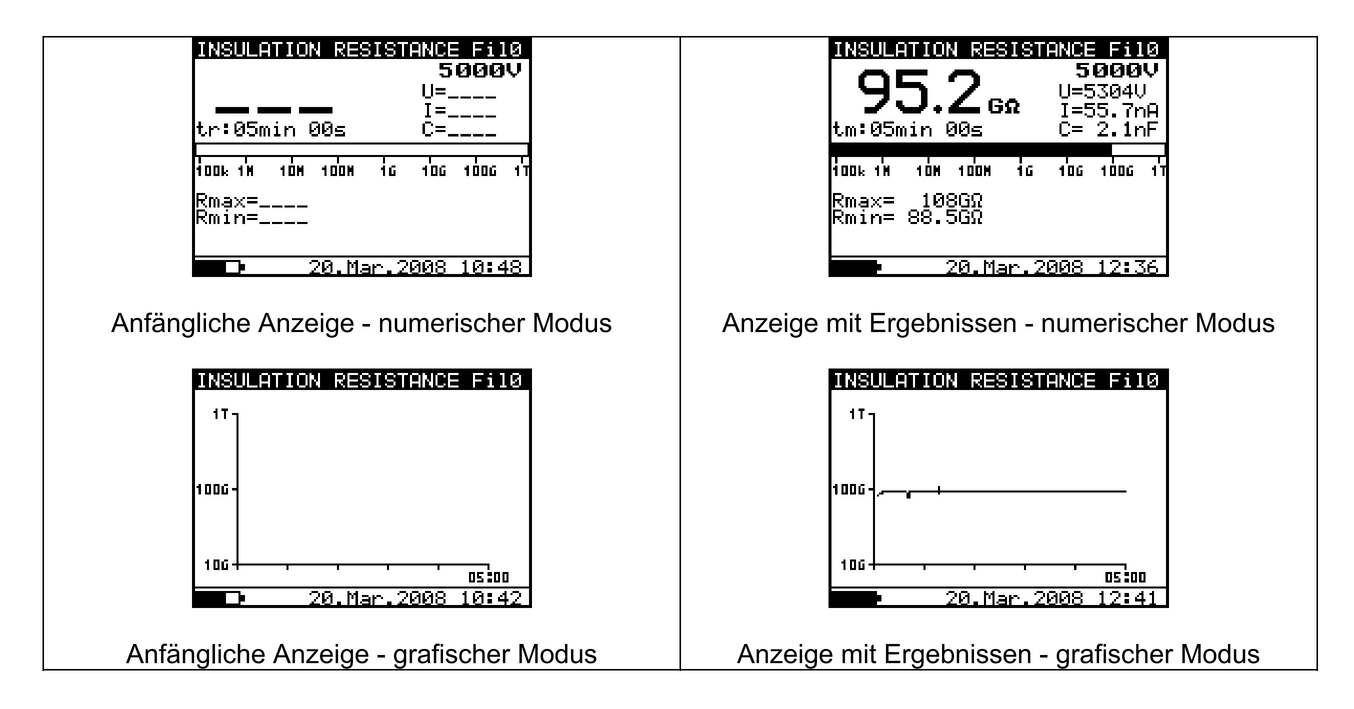
Anzeige mit Ergebnissen

Abb. 10. *Anzeigezustände der Funktion INSULATION RESISTANCE (Isolationswiderstand) -* ***R(t)-Diagramm deaktiviert***

Abb. 11 zeigt die Zustände, wenn das R(t)-Diagramm aktiviert ist. Wenn das R(t)-Diagramm aktiviert ist, können Sie einfach im anfänglichen Zustand und im Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung durch Drücken der Tasten ↑ oder ↓ zwischen numerischem und grafischem Modus umschalten.

↑ **grafischer Modus**
↓ **numerischer Modus**

Hinweis:
- Es ist nicht möglich, den Darstellungsmodus umzuschalten, während eine Messung läuft!!!



Anfängliche Anzeige - numerischer Modus

Anzeige mit Ergebnissen - numerischer Modus

Anfängliche Anzeige - grafischer Modus

Anzeige mit Ergebnissen - grafischer Modus

Abb. 11. *Anzeigezustände der Funktion INSULATION RESISTANCE (Isolationswiderstand) -* ***R(t)-Diagramm aktiviert***

Messverfahren:
- Verbinden Sie die Messleitungen mit dem Instrument und dem Prüfling.
- Wählen Sie im **HAUPTMENÜ** die Funktion **INSULATION RESISTANCE** (Isolationswiderstand).

- Drücken Sie die Taste **START/STOP** und geben Sie sie frei; eine kontinuierliche Messung beginnt.
- Warten Sie, bis sich das Prüfergebnis stabilisiert hat, und drücken Sie dann wieder die Taste **START/STOP**, um die Messung anzuhalten, oder warten Sie, wenn ein Timer aktiviert ist, bis dieser abläuft.
- Warten Sie, bis sich der Prüfling entladen hat.
- Das Ergebnis kann optional durch zweimaliges Drücken der **MEM**-Taste gespeichert werden, siehe Kapitel 6.1: Speichern, Laden und Löschen.

Legende der angezeigten Symbole:

INSULATION RESISTANCE	Bezeichnung der gewählten Funktion
Off fil0 (Fil1, Fil2, Fil3)	Aktivierter Filtertyp, siehe Kapitel 5.3.: Konfiguration
5000V	Eingestellte Prüfspannung
U=5323V	Tatsächliche Prüfspannung – Messwert
I=266nA	Tatsächlicher Prüfstrom – Messwert
19.9GΩ	Isolationswiderstand – **Ergebnis**
C=0.0nF	Kapazität des Prüflings
tm:04min 26s	Timer-Information – Prüfdauer
Balken	Analoge Darstellung des Ergebnisses
Rmax=20.1GΩ	Maximalwert des Ergebnisses (nur wenn Timer aktiviert ist)
Rmin=19.9GΩ	Minimalwert des Ergebnisses (nur wenn Timer aktiviert ist)

Hinweise:
- Wenn der Timer deaktiviert ist, wird anstelle des Timer-Werts **OFF** angezeigt.
- Während einer Messung zeigt die Timer-Information die Zeit an, die bis zum Ende der Messung gebraucht wird (tr); dagegen wird nach Abschluss die Testdauer (tm) angezeigt.
- Ein Hochspannungs-Warnsymbol erscheint während der Messung auf dem Display, um den Bediener vor möglicherweise gefährlichen Prüfspannungen zu warnen.
- Der Wert der Kapazität wird während des abschließenden Entladens des Prüflings gemessen.

Einstellen der Parameter für den Isolationswiderstand:
- Drücken Sie die Taste **SELECT**; das Einstellmenü erscheint im Display, siehe ***Abb. 12***.
- Wählen Sie mit den Tasten ↑ und ↓ den einzustellenden Parameter (Zeile).
- Stellen Sie den Parameter mit den Tasten ← und → ein. Springen Sie durch Drücken der Taste **SELECT** zum nächsten Unterparameter (wenn es mehr als zwei Unterparameter gibt) und stellen Sie diesen ein
- Beenden Sie die Einstellung durch Drücken der Taste **ESC** oder der Taste **START/STOP** (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

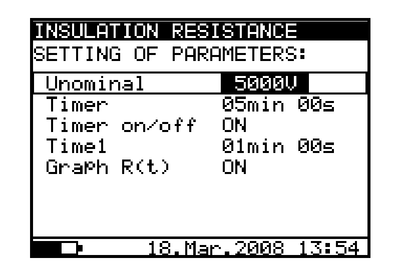


Abb. 12. *Einstellmenü bei der Isolationswiderstands-messung*

Legende der angezeigten Symbole:

INSULATION RESISTANCE		Bezeichnung der gewählten Funktion
SETTING PARAMETERS:		Einstellung der Parameter:
Unominal	5000V	Eingestellte Prüfspannung (Nennspannung) – Schrittweite 25 V
Timer	5min 00s	Messdauer
Timer on/off	ON	ON: Timer aktiviert; OFF: Timer deaktiviert
Time1	01min 00s	Zeit zum Akzeptieren und Anzeigen der ersten Ergebnisse für Rmin und Rmax
Graph R(t)	ON	Aktivieren/Deaktivieren des R(t)-Diagramms

Timer und Time1 sind unabhängige Timer. Die maximale Zeit beträgt jeweils 30 min 60 s.

Aktivieren/Deaktivieren des **R(t)-Diagramms** und **Einstellen** der **Parameter** für das **R(t)-Diagramm** in der Funktion **Isolationswiderstand:**

- Drücken Sie die Taste **SELECT**; das Einstellmenü erscheint im Display, siehe ***Abb. 13***.
- Wählen Sie mit den Tasten ↑ und ↓ den einzustellenden Parameter **Graph R(t)**.
- **Aktivieren/deaktivieren** Sie **Graph R(t)** mit den Tasten ← und →.
- Drücken Sie die Taste **SELECT**, um die Parameter für **Graph R(t)** einzustellen, siehe ***Abb. 14***. Drücken Sie die Taste **ESC**, um zum Grund-Einstellmenü in der Funktion **Isolationswiderstand** zurückzukehren.
- Beenden Sie die Einstellungen durch Drücken der **ESC-**Taste oder der **START/STOP**-Taste (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

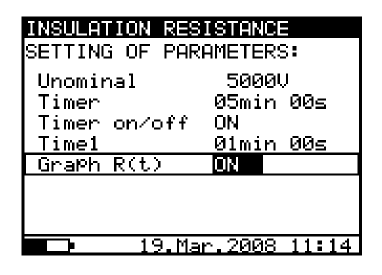


Abb. 13. *Einstellmenü bei der Isolationswiderstands-messung*

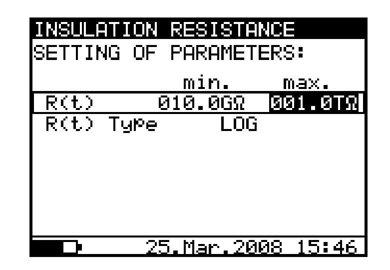


Abb. 14. *Einstellmenü für das R(t)-Diagramm*

Anmerkungen:

- Wenn der Timer ausgeschaltet ist, ist es nicht möglich, das R(t)-Diagramm zu aktivieren.
- Die Zeitdauer des R(t)-Diagramms ist gleich dem Wert des Timers.

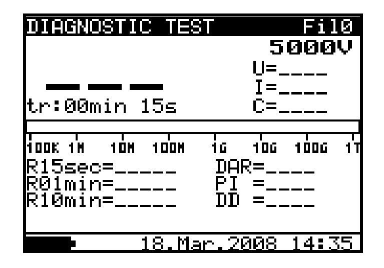
- Der Timerwert könnte sehr groß sein (bis zu 30 Minuten); daher wird bei der Ausgabe des R(t)-Diagramms auf das Display ein spezieller Algorithmus zur automatischen Skalierung benutzt.
- Die Cursors des R(t)-Diagramms können mit der Taste ← aktiviert werden.
- Die Cursors des R(t)-Diagramms können mit den Tasten ← und → verschoben werden.

Warnung!

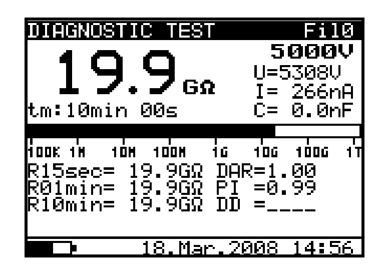
- Zu Sicherheitsmaßnahmen beachten Sie das Kapitel Warnungen!

5.6. Diagnoseprüfung

Mit der Wahl der Funktion DIAGNOSTIC TEST (Diagnoseprüfung) werden die folgenden Zustände angezeigt (Anfangszustand und Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung). ***Abb. 15*** zeigt die Zustände, wenn das R(t)-Diagramm deaktiviert ist.



Anfängliche Anzeige – numerischer Modus



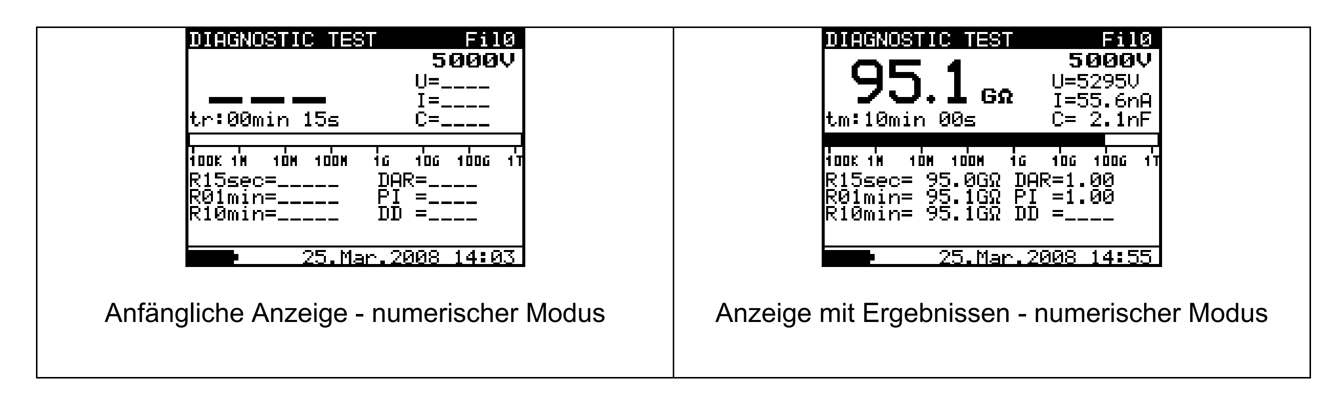
Anzeige mit Ergebnissen – numerischer Modus

Abb. 15. *Anzeigezustände der Diagnoseprüfung* ***- R(t)-Diagramm deaktiviert***

Abb. 16 zeigt die Zustände, wenn das R(t)-Diagramm aktiviert ist. Wenn das R(t)-Diagramm aktiviert ist, können Sie im anfänglichen Zustand und im Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung einfach durch Drücken der Tasten ↑ oder ↓ zwischen numerischem und grafischem Modus umschalten.

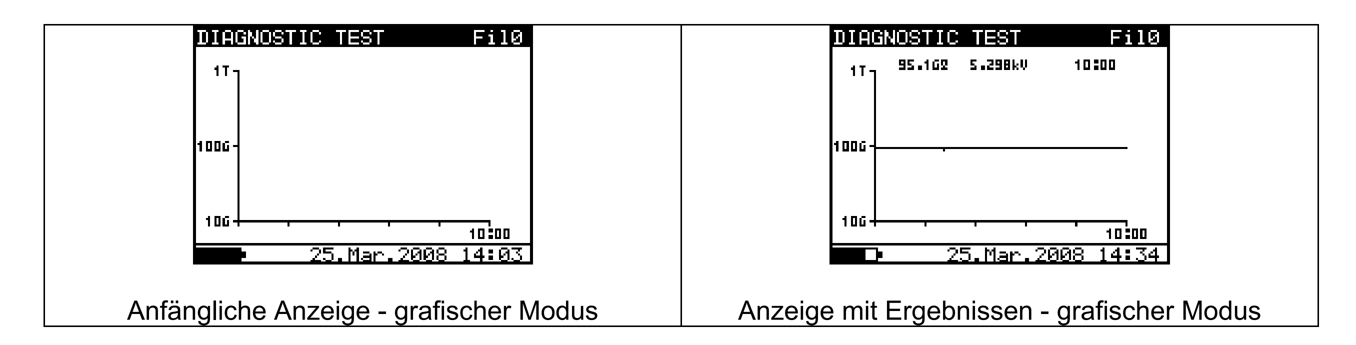
↑ **grafischer Modus**
↓ **numerischer Modus**

Hinweis:
Es ist nicht möglich, den Darstellungsmodus umzuschalten, während eine Messung läuft!!!



Anfängliche Anzeige - numerischer Modus

Anzeige mit Ergebnissen - numerischer Modus



Anfängliche Anzeige - grafischer Modus | Anzeige mit Ergebnissen - grafischer Modus

Abb. 16. *Anzeigezustände der Diagnoseprüfung -* ***R(t)-Diagramm aktiviert***

Der Diagnosetest ist ein Langzeittest zum Bewerten der Qualität des zu prüfenden Isolationsmaterials. Die Ergebnisse dieser Prüfung ermöglichen eine Entscheidung über den vorsorglichen Austausch von Isolationsmaterial.

DIELEKTRISCHES ABSORPTIONSVERHÄLTNIS (DAR)

DAR ist das Verhältnis der Isolationswiderstandswerte, gemessen nach 15 s und nach 1 min. Die DC-Prüfspannung steht während der gesamten Testperiode an. (Auch eine Isolationswiderstandsmessung läuft ständig.) Am Ende wird der DAR-Wert angezeigt:

$$DAR = \frac{R_{iso}(1\min)}{R_{iso}(15s)}$$

Einige anwendbare Werte:

DAR-Wert	Geprüfter Materialstatus
< 1,25	Nicht akzeptabel
< 1,6	Wird als gute Isolation betrachtet
> 1,6	Ausgezeichnet

Hinweis: Bei der Bestimmung von R_{iso} (15s) achten Sie auf die Kapazität des Prüflings. Sie muss innerhalb des ersten Zeitabschnitts (15 s) aufgeladen sein. Die ungefähre maximale Kapazität wird unter Verwendung folgender Gleichung ermittelt:

$$C_{\max}[\mu F] = \frac{t\,[s] \cdot 10^{3}}{U\,[V]}$$

mit
t...........Dauer des ersten Zeitabschnitts (z. B. 15 s)
U ....Prüfspannung

Um dieses Problem zu umgehen, erhöhen Sie den Parameter **DIAG. Starting time** im Menü CONFIGURATION, weil der Start des Timers in den Funktionen DIAGNOSTIC TEST von der Prüfspannung abhängt. Der Timer beginnt zu laufen, wenn die Prüfspannung die Schwellenspannung erreicht, die das Produkt von **DIAG. Starting time** und der Nenn-Prüfspannung (**Unominal)** ist.

Die Verwendung von Filtern (Fil1, Fil2, Fil3) wird in der DAR-Funktion nicht empfohlen!

Die Analyse der Veränderung des gemessenen Isolationswiderstandes über die Zeit und die Berechnung von DAR und PI sind sehr nützliche Wartungstests für ein Isolationsmaterial.

POLARISATIONSINDEX (PI)

PI ist das Verhältnis der Isolationswiderstandswerte, gemessen nach 1 Minute und nach 10 Minuten. Die DC-Prüfspannung steht während der gesamten Messperiode an. (Es läuft auch eine Isolationswiderstandsmessung.) Nach Abschluss wird das PI-Verhältnis angezeigt:

$$PI = \frac{R_{iso}(10\,\mathrm{min})}{R_{iso}(1\,\mathrm{min})}$$

Hinweis: Bei der Bestimmung von R_{iso} (1min) achten Sie genau auf die Kapazität des Prüflings. Sie muss innerhalb des ersten Zeitabschnitts (1 min) aufgeladen sein. Die ungefähre maximale Kapazität wird unter Verwendung folgender Gleichung ermittelt:

$$C_{\max}[\mu F] = \frac{t\,[s] \cdot 10^{3}}{U\,[V]}$$

mit
t...........Dauer des ersten Zeitabschnitts (z. B. 1 min)
U ....Prüfspannung

Um dieses Problem zu umgehen, erhöhen Sie den Parameter **DIAG. Starting time** im Menü CONFIGURATION, weil der Start des Timers in den Funktionen DIAGNOSTIC TEST von der Prüfspannung abhängt. Der Timer beginnt zu laufen, wenn die Prüfspannung die Schwellenspannung erreicht, die das Produkt von **DIAG. Starting time** und Nenn-Prüfspannung (**Unominal)** ist.

Die Analyse der Veränderung des gemessenen Isolationswiderstandes über die Zeit und die Berechnung von DAR und PI sind sehr nützliche Wartungstests für ein Isolationsmaterial.

PRÜFUNG DER DIELEKTRISCHEN ENTLADUNG (DD)

DD ist die diagnostische Isolationsprüfung, die nach Abschluss der Isolationswiderstandsmessung ausgeführt wird. Typischerweise wird das Isolationsmaterial 10 bis 30 min an der Prüfspannung gelassen und dann entladen, bevor die DD-Prüfung ausgeführt wird. Nach 1 Minute wird ein Entladestrom gemessen, um die Ladungs-Reabsorption des Isolationsmaterials zu erfassen. Ein hoher Reabsorptionsstrom weist auf eine ekontaminierte Isolation (hauptsächlich auf Feuchtigkeit zurückzuführen) hin:

$$DD = \frac{Idis1\mathbf{min}[mA]}{U[V].C[F]},$$

mit
Idis 1min...... Entladestrom, gemessen 1 min nach der regulären Entladung
U .... Prüfspannung
C .... Kapazität des Prüflings.

Messverfahren:
- Wählen Sie im **HAUPTMENÜ** die Funktion **DIAGNOSTIC TEST**.
- Schließen Sie die Messleitungen an das Instrument und den Prüfling an.
- Drücken Sie die Taste **START/STOP**, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis der Timer abläuft; das Ergebnis wird angezeigt.
- Warten Sie, bis sich der Prüfling entladen hat.
- Das Ergebnis kann optional durch zweimaliges Drücken der Taste **MEM** gespeichert werden, siehe Kapitel 6.1: Speichern, Laden und Löschen.

Legende der angezeigten Symbole:

DIAGNOSTIC TEST	Bezeichnung der gewählten Funktion
Fil0 (Fil1, Fil2, Fil3)	Aktivierter Filtertyp, siehe Kapitel 5.3.: Konfiguration
5000V	Eingestellte Prüfspannung – Schrittweite 25 V
U=5295	Tatsächliche Prüfspannung – Messwert
I=55.6nA	Tatsächlicher Prüfstrom – Messwert
10.5GΩ	Isolationswiderstand - **Ergebnis**
C=2.1nf	Kapazität des Prüflings
Tr:00min 15s	Eingestellter Timerwert
Balken	Analoge Darstellung des Ergebnisses für Riso
R15sec=10.6GΩ	Nach der eingestellten Zeit 1 gemessener Widerstandswert
R01min=10.5GΩ	Nach der eingestellten Zeit 2 gemessener Widerstandswert
R10min=10.5GΩ	Nach der eingestellten Zeit 3 gemessener Widerstandswert
DAR=1.67	DAR als Verhältnis von R01min / R15s
PI=1.21	PI als Verhältnis von R03/R02
DD=__	Ergebnis für DD

Hinweise:
- Ein Hochspannungs-Warnsymbol erscheint während der Messung auf dem Display, um den Bediener vor möglicherweise gefährlichen Prüfspannungen zu warnen.
- Der Wert der Kapazität wird während des abschließenden Entladens des Prüflings gemessen.
- Falls dies aktiviert ist, misst das Instrument die dielektrische Entladung (DD), wenn die Kapazität im Bereich 5 nF bis 50 µF liegt.

Einstellen der Parameter für die Diagnoseprüfung:

- Drücken Sie die Taste **SELECT**. (Das Einstellmenü erscheint im Display, siehe ***Abb. 17***).
- Wählen Sie mit den Tasten ↑ and ↓ den einzustellenden Parameter.
- Stellen Sie den Parameter mit den Tasten ← und → ein.
- Beenden Sie die Einstellung durch Drücken der Taste **ESC** oder der Taste **START/STOP** (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

```
DIAGNOSTIC TEST
SETTING OF PARAMETERS:
Unominal        5000V
Time1           15sec
Time2           01min
Time3           10min
DD on/off       ON
Graph R(t)      ON
          18.Mar.2008 15:03
```

Abb. 17. Einstellmenü bei der Diagnoseprüfung

Legende der angezeigten Symbole:

DIAGNOSTIC TEST		Bezeichnung der gewählten Funktion
SETTING PARAMETERS:		Einstellung der Parameter
Unominal	5000V	Eingestellte Prüfspannung (Nennspannung) – Schrittweite 25 V
Time1	01min	Zeitpunkt zum Erfassen des Ergebnisses für R01min
Time2	02min	Zeitpunkt zum Erfassen des Ergebnisses für R01min und zum Berechnen von DAR
Time3	03min	Zeitpunkt zum Erfassen des Ergebnisses für R03min und zum Berechnen von PI
DD on/off	ON	ON: DD aktiviert; OFF: DD deaktiviert
Graph R(t)	ON	Aktivieren/Deaktivieren des R(t)-Diagramms

Time1, Time2 und Time3 sind Timer mit demselben Startpunkt. Der Wert stellt jeweils die Dauer von Start der Messung dar. Die Maximalzeit beträgt 30 min. Die folgende ***Abb. 18*** zeigt die Beziehungen zwischen den Timern.

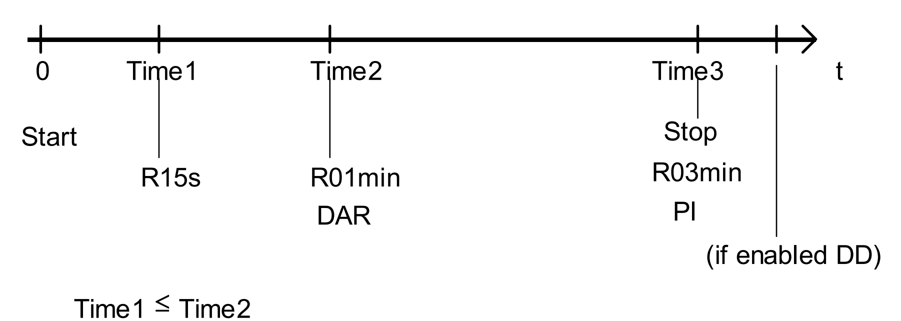


Abb. 18*. Beziehungen zwischen den Timern*

Aktivieren/Deaktivieren des **R(t)-Diagramms** und **Einstellen** der **Parameter** für das **R(t)-Diagramm** in der Funktion **Diagnostic Test** (Diagnoseprüfung)**:**
- Drücken Sie die Taste **SELECT**; das Einstellmenü erscheint im Display, siehe ***Abb. 19***.
- Wählen Sie mit den Tasten ↑ und ↓ den einzustellenden Parameter **Graph R(t)**.
- **Aktivieren/deaktivieren** Sie **Graph R(t)** mit den Tasten ← und →.
- Drücken Sie die Taste **SELECT**, um die Parameter für **Graph R(t)** einzustellen, siehe ***Abb. 20***. Drücken Sie die Taste **ESC**, um zum Grund-Einstellmenü der Funktion **Diagnostic Test** (Diagnoseprüfung) zurückzukehren.
- Beenden Sie die Einstellungen durch Drücken der Taste **ESC** oder der **START/STOP**-Taste (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

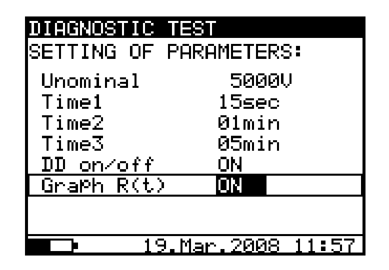


Abb. 19. *Einstellmenü für die Messung bei der Diagnoseprüfung*

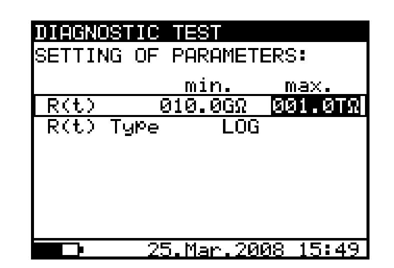


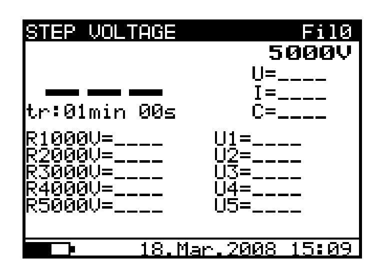
Abb. 20. *Einstellmenü für das R(t)-Diagramm*

Anmerkungen:
- Die Zeitdauer des R(t)-Diagramms ist gleich dem Wert von Timer 3.
- Der Timerwert könnte sehr groß sein (bis zu 30 Minuten); daher wird bei der Ausgabe des R(t)-Diagramms auf das Display ein spezieller Algorithmus zur automatischen Skalierung benutzt.
- Die Cursors des R(t)-Diagramms können mit der Taste ← aktiviert werden.
- Die Cursors des R(t)-Diagramms können mit den Tasten ← und → verschoben werden.

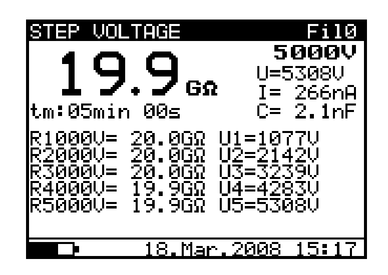
Warnung!
- Zu Sicherheitsmaßnahmen beachten Sie das Kapitel Warnungen!

5.7. Stufenspannungsprüfung des Isolationswiderstands

Mit der Wahl der Funktion STEP VOLTAGE (Stufenspannung) werden die folgenden Zustände angezeigt (Anfangszustand und Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung). ***Abb. 21*** zeigt die Zustände, wenn das R(t)-Diagramm deaktiviert ist.




Anfangsanzeige



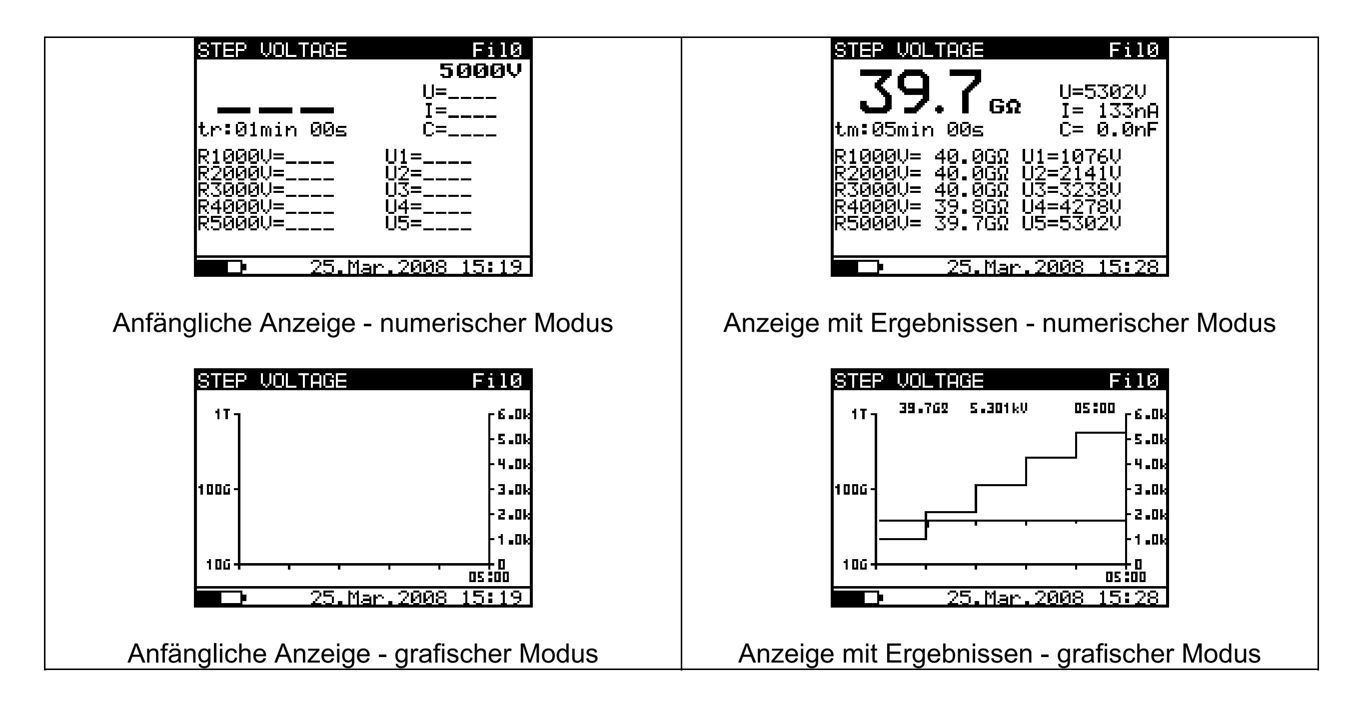
Anzeige mit Ergebnissen

Abb. 21. *Anzeigezustände der Funktion Step Voltage (Stufenspannung) -* ***R(t)-Diagramm aktiviert***

Abb. 22 zeigt die Zustände, wenn das R(t)-Diagramm aktiviert ist. Wenn das R(t)-Diagramm aktiviert ist, können Sie im anfänglichen Zustand und im Zustand mit Ergebnissen nach Abschluss der Messung einfach durch Drücken der Tasten ↑ oder ↓ zwischen numerischem und grafischem Modus umschalten.

↑ **grafischer Modus**
↓ **numerischer Modus**

Hinweis:
Es ist nicht möglich, den Darstellungsmodus umzuschalten, während eine Messung läuft!!!



Anfängliche Anzeige - numerischer Modus

Anzeige mit Ergebnissen - numerischer Modus

Anfängliche Anzeige - grafischer Modus

Anzeige mit Ergebnissen - grafischer Modus

Abb. 22. *Anzeigezustände der Funktion Step Voltage (Stufenspannung) -* ***R(t)-Diagramm aktiviert***

Bei dieser Prüfung wird die Isolation in fünf gleichen Zeitintervallen mit Prüfspannungen ab einem Fünftel der Endprüfspannung bis zum Endwert geprüft (siehe ***Abb. 23***). Diese Funktion gibt die Beziehung zwischen dem Isolationswiderstand eines Materials und der angelegten Spannung an.

Messverfahren:

- Schließen Sie die Messleitungen an das Instrument und den Prüfling an.
- Drücken Sie die Taste **START/STOP**, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis der Timer abläuft; das Ergebnis wird angezeigt.
- Warten Sie, bis sich der Prüfling entladen hat.
- Das Ergebnis kann durch zweimaliges Drücken der Taste **MEM** gespeichert werden, siehe Kapitel 6.1: Speichern, Laden und Löschen.

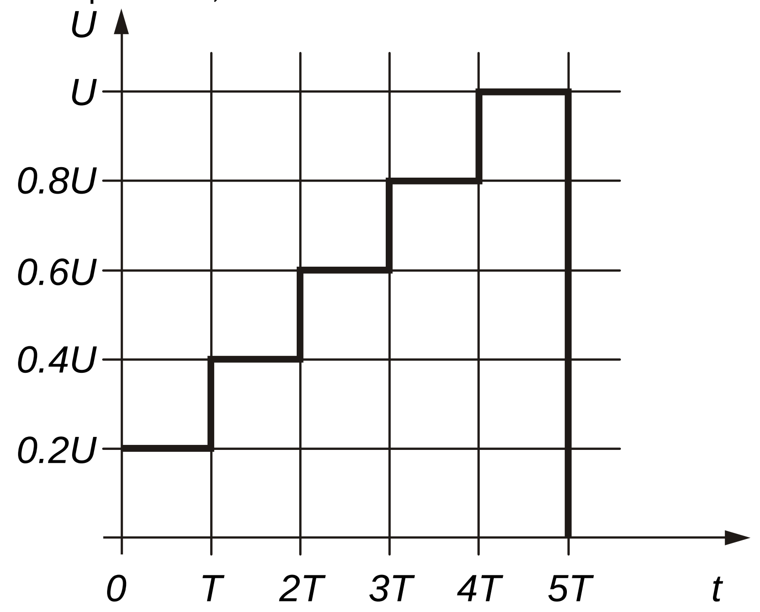


Abb. 23. *Stufenweise erhöhte Prüfspannung*

Legende der angezeigten Symbole:

STEP VOLTAGE	Bezeichnung der gewählten Funktion
Fil0 (Fil1, Fil2, Fil3)	Aktivierter Filtertyp, siehe Kapitel 5.3.: Konfiguration
5000V	Eingestellte Prüfspannung – Schrittweite 125 V
U=5308V	Tatsächliche Prüfspannung – Messwert
I=266nA	Tatsächlicher Prüfstrom – Messwert
19.9GΩ	Isolationswiderstand – **Ergebnis**
C=1.2nF	Kapazität des Prüflings
Tm:05min 00s	Tatsächliche Prüfdauer
R1000V=20.0GΩ	Letztes Ergebnis der 1. Stufe
R2000V=20.0GΩ	Letztes Ergebnis der 2. Stufe
R3000V=20.0GΩ	Letztes Ergebnis der 3. Stufe
R4000V=19.9GΩ	Letztes Ergebnis der 4. Stufe
R5000V=19.9GΩ	Letztes Ergebnis der 5. Stufe
U1=1077V	1. Stufenspannung
U2=2142V	2. Stufenspannung
U3=3239V	3. Stufenspannung
U4=4283V	4. Stufenspannung
U5=5308V	5. Stufenspannung

Hinweise:
- Die Timer-Information enthält die Zeit vom Start der Messung bis zum Abschluss jeder Schrittmessung.
- Nach Abschluss der Messung zeigt die Timer-Information die gesamte Messzeit an.
- Ein Hochspannungs-Warnsymbol erscheint während der Messung auf dem Display, um den Bediener vor möglicherweise gefährlichen Prüfspannungen zu warnen.
- Der Wert der Kapazität wird während des abschließenden Entladens des Prüflings gemessen.

Einstellen der Parameter für die Stufenspannungsprüfung:
- Drücken Sie die Taste **SELECT.** (Das Einstellmenü (***Abb. 24***) erscheint im Display.)
- Wählen Sie mit den Tasten ↑ and ↓ den einzustellenden Parameter (Zeile).
- Stellen Sie den Parameter mit den Tasten ← und → ein.

Beenden Sie die Einstellung der Parameter durch Drücken der Taste **ESC** oder der Taste **START/STOP** (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

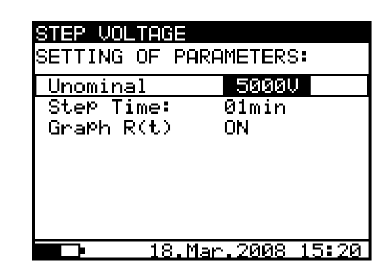


Abb. 24. Einstellmenü bei der Stufenspannungsprüfung

Legende der angezeigten Symbole:

STEP VOLTAGE			Bezeichnung der gewählten Funktion
SETTING PARAMETERS:			Einstellung der Parameter
Unominal	**5000V**		Eingestellte Prüfspannung (Nennspannung) – Schrittweite 1000 V
Step Time	01min		Messdauer pro Stufe
Graph R(t)	ON		Aktivieren/Deaktivieren des R(t)-Diagramms

Aktivieren/Deaktivieren des **R(t)-Diagramms** und **Einstellen** der **Parameter** für das **R(t)-Diagramm** in der Funktion **Step Voltage** (Stufenspannung)**:**
- Drücken Sie die Taste **SELECT**; das Einstellmenü erscheint im Display, siehe ***Abb. 25***.
- Wählen Sie mit den Tasten ↑ und ↓ den einzustellenden Parameter **Graph R(t)**.
- **Aktivieren/deaktivieren** Sie **Graph R(t)** mit den Tasten ← und →.
- Drücken Sie die Taste **SELECT**, um die Parameter für **Graph R(t)** einzustellen, siehe ***Abb. 26***. Drücken Sie die Taste **ESC**, um zum Grund-Einstellmenü in der Funktion **Step Voltage** (Stufenspannung) zurückzukehren.
- Beenden Sie die Einstellungen durch Drücken der Taste **ESC** oder der **START/STOP**-Taste (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

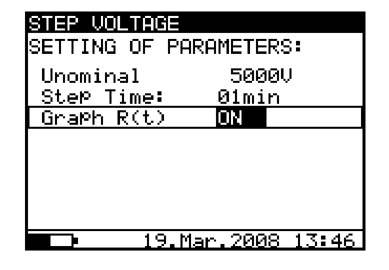


Abb. 25. *Einstellmenü bei der Stufenspannungsprüfung*

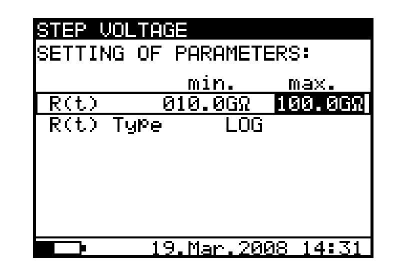


Abb. 26. *Einstellmenü für das R(t)-Diagramm*

Anmerkungen:
- Die Zeitdauer des R(t)-Diagramms ist gleich dem Wert der Step Time (Stufenzeit), multipliziert mit 5.
- Der Timerwert könnte sehr groß sein (bis zu 150 Minuten); daher wird bei der Ausgabe des R(t)-Diagramms auf das LCD-Display ein spezieller Algorithmus zur automatischen Skalierung benutzt.
- Die Cursors des R(t)-Diagramms können mit der Taste ← aktiviert werden.
- Die Cursors des R(t)-Diagramms können mit den Tasten ← und → verschoben werden.

Warnung!

- Zu Sicherheitsmaßnahmen beachten Sie das Kapitel Warnungen!

5.8. Stehspannung

Die Funktion WITHSTANDING VOLTAGE bietet eine Stehspannungsprüfung von Isoliermaterial. Sie umfasst zwei Arten von Prüfungen:

a) Durchbruchsspannungsprüfung von Hochspannungsbauteilen, z. B. Überspannungsableitern, sowie
b) DC-Stehspannungsprüfung zu Zwecken der Isolationseinordnung.

Beide Funktionen benötigen eine Erfassung des Durchbruchsstroms. In der Funktion wird die Prüfspannung von der Anfangsspannung bis zur Endspannung über eine vorgegebene Zeit (durch die Parameter eingestellt) erhöht. Die Endspannung wird dann über eine vorgegebene Prüfzeit gehalten (siehe ***Abb. 27***).

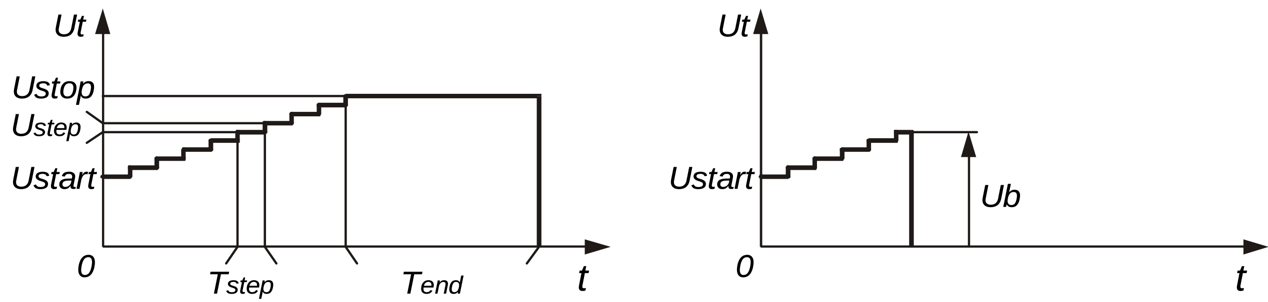
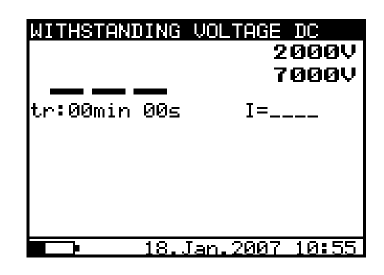


Abb. 27. *Darstellung der Prüfspannung ohne Durchbruch (linker Teil) und mit Durchbruch (rechter Teil)*

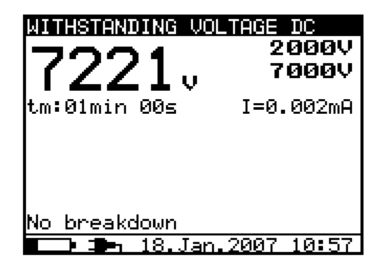
Ut ....Prüfspannung
Ustop...Stopp-Prüfspannung

Ustep...Spannungsstufe, ca. 25 V (fester Wert – nicht voreinstellbar)
Ustart ..Start-Prüfspannung
Tstep ...Dauer der Prüfspannung pro Stufe
Tend....Konstante Dauer der Prüfspannung nach Erreichen des Endwertes
t...........Zeit
Ub ....Durchbruchspannung

Mit der Wahl dieser Funktion werden die folgenden Zustände angezeigt. Die ***Abb. 28*** zeigt den Anfangsbildschirm und einen Bildschirm mit Ergebnissen nach Abschluss einer Messung.



Anfangsanzeige



Anzeige mit Ergebnissen

Abb. 28. *Anzeigezustände der Stehspannungsfunktion*

Legende der angezeigten Symbole:

WITHSTANDING VOLTAGE DC	Bezeichnung der gewählten Funktion
2000V	Startprüfspannung
7000V	Stoppprüfspannung
7221V	Tatsächliche Prüfspannung – Messwert
I=0.002mA	Tatsächlicher Prüfstrom – Messwert
tm:01min 00s	Timerinformation

Messverfahren:
- Schließen Sie die Messleitungen an das Instrument und den Prüfling an.
- Drücken Sie die Taste **START/STOP**, um die Messung zu starten.
- Warten Sie, bis der Timer abläuft oder ein Durchbruch auftritt; dann wird das Ergebnis angezeigt.
- Warten Sie, bis sich der Prüfling entladen hat.
- Das Ergebnis kann durch zweimaliges Drücken der Taste **MEM** gespeichert werden, siehe Kapitel 6.1: Speichern, Laden und Löschen.

Hinweis:
- Ein Durchbruch wird erkannt, wenn der gemessene Strom den eingestellten Strompegel `Itrig` erreicht oder überschreitet.

Hinweise:
- Der Timer zeigt die Zeit an, die noch zur Fertigstellung jedes Schrittes benötigt wird. Nach Abschluss der Messung zeigt er die gesamte Messzeit an.
- Ein Hochspannungs-Warnsymbol erscheint während der Messung auf dem Display, um den Bediener vor möglicherweise gefährlichen Prüfspannungen zu warnen.

Legende der angezeigten Symbole:

WITHSTANDING VOLTAGE DC			Bezeichnung der gewählten Funktion
SETTING PARAMETERS:			Einstellung der Parameter
Ustart	**2000V**		Start-Prüfspannung, Schrittweite = 25 V
Ustop	**7000V**		Stopp-Prüfspannung, Schrittweite = 25 V
Tstep	00min 00s		Dauer der Prüfspannung für eine Stufe
Tend	01min 00s		Dauer der konstanten Prüfspannung nach Erreichen des Stoppwertes
Itrigg	1.500mA		Eingestellter Auslöse-Leckstrom, Stufe = 10 μA

Einstellen der Parameter für die Stehspannungsprüfung:

- Drücken Sie die Taste **SELECT**. (Das Einstellmenü (***Abb. 29***) erscheint im Display.)
- Wählen Sie mit den Tasten ↑ and ↓ den einzustellenden Parameter (Zeile).
- Stellen Sie den Parameter mit den Tasten ← und → ein, oder springen Sie durch Drücken der Taste **SELECT** zum nächsten Unterparameter.
- Beenden Sie die Parametereinstellungen durch Drücken der Taste **ESC** oder der Taste **START/STOP** (um die Messung direkt laufen zu lassen). Die zuletzt angezeigten Einstellungen werden gespeichert.

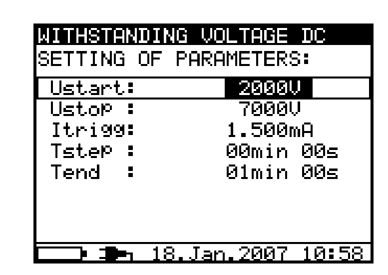


Abb. 29. *Einstellmenü bei der Funktion Stehspannungsprüfung*

`Tstep` und `Tend` sind unabhängige Timer. Die maximale Zeit für jeden Timer beträgt 30 min 60 s. `Tend` beginnt nach Abschluss der Rampenzeit. Die Rampenzeit kann berechnet werden mit:

Tramp ≈ Tstep·(Ustop – Ustart) / 25 V

Wenn `Tstep` auf `00min 00s` eingestellt ist, erhöht sich die Rampenspannung alle 2 s um etwa 25 V.

Warnung!

- Zu Sicherheitsmaßnahmen beachten Sie das Kapitel Warnungen!

6. Arbeiten mit Ihren Ergebnissen

6.1. Speichern, Laden und Löschen von Ergebnissen

Das Instrument enthält eine batteriegestützte Speicherung, um die Ergebnisse zu bewahren, wenn die Spannungsversorgung abgetrennt wird. Dies erlaubt dem Prüftechniker, die Messungen durchzuführen und später abzurufen. Auf diese Weise kann der Techniker Ergebnisse am Instrument analysieren und ausdrucken oder sie zur weiteren Analyse auf einen Computer übertragen.

Nach Drücken der Taste **MEM** wird das Speichermenü (***Abb. 30***) angezeigt. Hier hat der Techniker die Wahl, Ergebnisse zu speichern, abzurufen oder zu löschen.



nnnn gibt die laufende Nummer des gespeicherten Ergebnisses an.

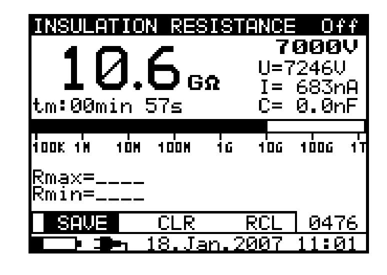


***Abb. 30**. Menü Speicherfunktionen*

Die folgenden Optionen können mit den Pfeiltasten ← oder → ausgewählt werden:

- Zum Abspeichern des Ergebnisses: Markieren Sie **SAVE** und bestätigen den Speichervorgang durch Drücken der Taste **MEM.** Wenn Graph R(t) (R(t)-Diagramm) in der Messung aktiviert ist, wird es automatisch mit der Messung gespeichert.
- Zum Abrufen eines gespeicherten Ergebnisses: Wählen Sie **RCL** und bestätigen den Ladevorgang durch Drücken der Taste **MEM**; das letzte gespeicherte Ergebnis wird angezeigt. Das Menü wird ersetzt durch:

Abrufen einer Messung ohne das R(t)-Diagramm:

`Recall: 0006`

Abrufen einer Messung mit dem R(t)-Diagramm:

`Recall: 0007 G`

„0006“ und „0007“ geben die laufenden Nummern der gespeicherten Ergebnisse an. Der Buchstabe „G“ bezeichnet das R(t)-Diagramm, falls beigefügt. Unter Verwendung der Tasten ↑ und ↓ kann durch die anderen gespeicherten Ergebnisse geblättert werden.
Zum Anschauen des R(t)-Diagramms drücken Sie die Taste **SELECT**, zur Rückkehr zum numerischen Messergebnis die Taste **ESC**.
Drücken Sie die Taste **ESC** oder **Start**, um dieses Menü zu verlassen.

- Zum Löschen des **letzten** gespeicherten Ergebnisses: Markieren Sie **CLR** und bestätigen Sie mit der Taste **MEM**.

Zum Löschen des gesamten Speichers siehe Abschnitt 4.2.: Konfiguration.

Zusätzlich zum Hauptergebnis werden auch die Unterergebnisse und Parameter der gewählten Funktion aufgezeichnet. Das Folgende ist eine Liste aller für jede Funktion gespeicherten Daten.

Funktion	**Liste der gespeicherten Daten**
Voltage (Spannung)	Funktionsbezeichnung Gemessene Spannung Frequenz der Messspannung Laufende Nummer des gespeicherten Ergebnisses Datum * Zeit *
Insulation resistance (Isolationswiderstand)	Funktionsbezeichnung Gemessener Isolationswiderstandswert Eingestellte Prüfspannung Tatsächliche Prüfspannung – Messwert Tatsächlicher Prüfstrom – Messwert Kapazität des Prüflings Messdauer Erfasster Maximalwert des gemessenen Widerstands Erfasster Minimalwert des gemessenen Widerstands Laufende Nummer des gespeicherten Ergebnisses Datum * Zeit *
Diagnostic test (Diagnoseprüfung)	Funktionsbezeichnung Letzter gemessener Isolationswiderstand Eingestellte Prüfspannung Tatsächliche Prüfspannung – Messwert Tatsächlicher Prüfstrom – Messwert Kapazität des Prüflings Gesamt-Prüfdauer Nach Ablauf von T1 erfasster Isolationswiderstand Nach Ablauf von T2 erfasster Isolationswiderstand Nach Ablauf von T3 erfasster Isolationswiderstand DAR-Wert PI-Wert DD-Wert Laufende Nummer des gespeicherten Ergebnisses Datum * Zeit *

Withstanding voltage DC (DC-Stehspannung)	Funktionsbezeichnung Letzte gemessene Prüfspannung Eingestellte Startspannung Eingestellte Stoppspannung Eingestellter Auslösestromwert Tatsächlicher Prüfstrom – Messwert Eingestellte Schritt-Prüfzeit Eingestellte Endzeit Tatsächliche Prüfzeit (bei der Stopp-Prüfspannung) Laufende Nummer des gespeicherten Ergebnisses Datum * Zeit *
Step voltage (Stufenspannung)	Funktionsbezeichnung Letzter gemessener Isolationswiderstand Eingestellte Prüfspannung Tatsächliche Prüfspannung – Messwert Tatsächlicher Prüfstrom – Messwert Kapazität des Prüflings Gesamt-Prüfdauer Gemessener Widerstand in der ersten Stufe mit ihrer Nennspannung Tatsächliche Prüfspannung in der ersten Stufe – Messwert Gemessener Widerstand in der zweiten Stufe mit ihrer Nennspannung Tatsächliche Prüfspannung in der zweiten Stufe – Messwert Gemessener Widerstand in der dritten Stufe mit ihrer Nennspannung Tatsächliche Prüfspannung in der dritten Stufe – Messwert Gemessener Widerstand in der vierten Stufe mit ihrer Nennspannung Tatsächliche Prüfspannung in der vierten Stufe – Messwert Gemessener Widerstand in der letzten Stufe mit ihrer Nennspannung Tatsächliche Prüfspannung in der letzten Stufe – Messwert Laufende Nummer des gespeicherten Ergebnisses Datum * Zeit *

Hinweis:

- *Datum und Zeit **der Speicherung** des Prüfergebnisses werden zum PC übertragen, während Datum und Zeit **des Ladens** beim Rückladen von Ergebnissen angezeigt werden.

6.2. Datenübertragung auf einen PC

Gespeicherte Ergebnisse können auf einen PC übertragen werden. Ein spezielles Kommunikationsprogramm – **TeraLink-PRO** – hat die Fähigkeit, das Instrument zu identifizieren und die Daten herunterzuladen.

Übertragung der gespeicherten Daten:

- Verbinden Sie das Instrument über das serielle Kommunikationskabel (RS232 oder USB) mit der COM-Schnittstelle des PCs.
- Schalten Sie sowohl den PC als auch das Instrument ein.
- Stellen Sie im Menü CONFIGURATION des Instruments (Kapitel 4.2) den Kommunikationsmodus (RS232 oder USB) und die entsprechende Baudrate ein. Schließlich müssen Sie das Menü CONFIGURATION durch Drücken der Taste **ESC** verlassen.
- Führen Sie das Programm **Teralink-PRO** auf dem PC aus. Stellen Sie entsprechend im Menü Configuration / Com Port die Schnittstelle und die Baudrate ein. Sie können auch die Funktion **Auto Find** verwenden, um die Einstellungen der Com-Schnittstelle automatisch zu konfigurieren. Wenn die Funktion **Auto Find** beim ersten Mal keinen Erfolg bringt, versuchen Sie es nochmals.
- Der PC und das Instrument sollten einander automatisch erkennen.

Mit dem Programm TeraLink-PRO können folgende Aufgaben erfüllt werden:

-- Herunterladen von Daten;
-- Löschen der Daten des Instruments;
-- Ändern und Herunterladen von Benutzerdaten;
-- Vorbereiten eines einfachen Protokollformulars;
-- Vorbereiten einer Datei zum Import in eine Tabellenkalkulation.

Das Programm **Teralink-PRO.exe** ist eine PC-Software unter ***Windows 2000/XP/VISTA***^{TM}.

7. Wartung

7.1. Inspektion

Um die Sicherheit des Bedieners aufrechtzuerhalten und die Zuverlässigkeit des Instruments zu sichern, ist dazu zu raten, das Instrument regelmäßig zu kontrollieren. Überprüfen Sie, ob das Instrument und sein Zubehör nicht beschädigt sind. Wenn ein Defekt gefunden wird, wenden Sie sich an Ihren Kundendienst, Händler oder Hersteller.

7.2. Erstmaliges Einsetzen und Laden der Batterien

Die Batteriezellen befinden sich im unteren Teil des Gerätegehäuses unter der Batterieabdeckung (siehe ***Abb. 31***). Beim erstmaligen Einsetzen der Batterien beachten Sie bitte Folgendes:

- **Vor dem Öffnen der Batterieabdeckung trennen Sie alles Messzubehör und das Netzkabel vom Instrument, um einen elektrischen Schlag zu vermeiden.**
- **Entfernen Sie die Batterieabdeckung.**
- **Setzen Sie die Batterien korrekt ein (siehe Abb. 31), sonst funktioniert das Prüfgerät nicht!**
- **Zum leichteren Einsetzen der Batterien in den Batteriehalter legen Sie zuerst die oberen und unteren Batterien in jeder Säule und zum Schluss die mittleren Batterien ein.**
- **Die Batterieabdeckung muss wieder aufgesetzt und befestigt werden.**

Schließen Sie das Gerät 20 Stunden lang ans Netz an, um die Batterien voll aufzuladen. (Der typische Ladestrom beträgt 600 mA.)
Wenn Sie die Batterien zum ersten Mal laden, sind etwa 3 Lade- und Entladezyklen nötig, damit die Batterien die volle Kapazität erreichen.

7.3. Austausch und Laden der Batterien

Das Instrument ist zum Betrieb über wiederaufladbare Batterien mit Netzunterstützung vorgesehen. Das Display enthält eine Anzeige für den Batteriezustand (untere linke Ecke des Displays). Wenn die Anzeige für schwache Batterieladung erscheint, müssen die Batterien geladen werden; schließen Sie das Gerät 20 Stunden lang ans Netz an, um die Zellen wieder aufzuladen. Der typische Ladestrom beträgt 600 mA.

Hinweis:

- Nach der vollen Ladezeit braucht der Bediener das Gerät nicht vom Netz zu trennen. Das Gerät kann dauernd angeschlossen bleiben.

Voll geladene Batterien können das Gerät ca. 4 h lang versorgen. (fortlaufende Prüfarbeiten bei 10 kV).

Falls die Batterien lange Zeit gelagert wurden, sind etwa 3 Lade- und Entladezyklen nötig, damit die Batterien die volle Kapazität erreichen.
Die Batteriezellen befinden sich im unteren Teil des Gerätegehäuses unter der Batterieabdeckung (siehe ***Abb. 31***). Falls die Batterien defekt werden, beachten Sie bitte Folgendes:

- **Vor dem Öffnen der Batterieabdeckung schalten Sie die Versorgung aus und trennen alles Messzubehör oder das Netzkabel vom Instrument, um einen elektrischen Schlag zu vermeiden.**
- **Entfernen Sie die Batterieabdeckung.**
- **Alle sechs Zellen müssen ersetzt werden und von demselben Typ sein.**
- **Zum leichteren Entfernen der Batterien aus der Halterung nehmen Sie zuerst die mittleren Batterien aus jeder Säule und dann die anderen (siehe Abb. 31).**
- **Setzen Sie die Batterien korrekt ein (siehe Abb. 31), sonst funktioniert das Prüfgerät nicht, und die Batterien können sich entladen!**
- **Zum leichteren Einsetzen der Batterien in den Batteriehalter legen Sie zuerst die oberen und unteren Batterien in jeder Säule und zum Schluss die mittleren Batterien ein.**
- **Die Batterieabdeckung muss wieder aufgesetzt und befestigt werden.**
- **Das Gerät funktioniert nur, wenn aufladbare Batterien im Instrument eingesetzt sind.**

Die Versorgungs-Nennspannung beträgt 7,2 V Gleichspannung. Verwenden Sie sechs NiMH-Zellen einer Größe, die IEC LR20 (MONO) entspricht (Maße: Durchmesser = 33 mm, Höhe = 58 mm). Korrekte Polung der Batterien: siehe ***Abb. 31***.

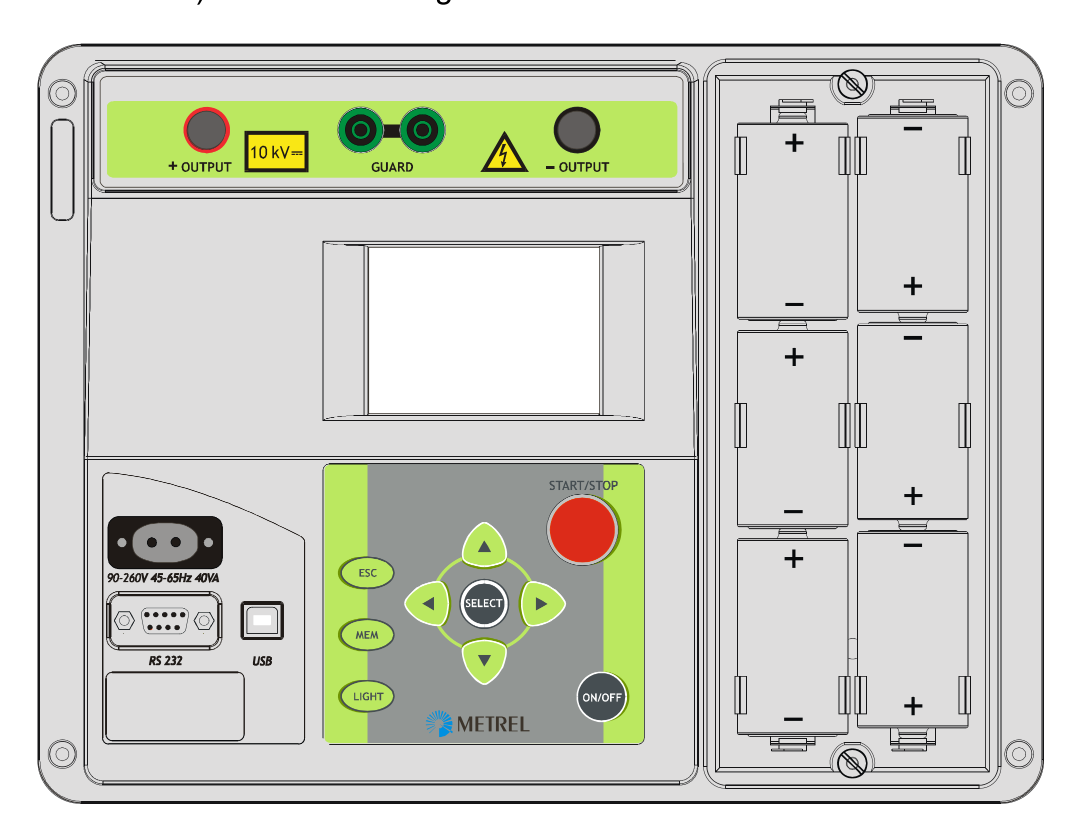


Abb. 31. *Korrekte Polung der eingesetzten Batterien*

Achten Sie darauf, dass Batterien entsprechend den Richtlinien des Herstellers und gemäß den örtlichen und nationalen Bestimmungen der Behörden benutzt und entsorgt werden.

7.3. Reinigung

Benutzen Sie ein weiches Tuch, das leicht mit Seifenwasser oder Spiritus angefeuchtet ist, um die Oberfläche des Instruments zu reinigen. Lassen Sie danach das Instrument vor dem Gebrauch vollständig abtrocknen.

Hinweise!
- Keine Flüssigkeiten auf der Basis von Benzin oder Kohlenwasserstoffen verwenden!
- Keine Reinigungsflüssigkeit über das Gerät schütten!

7.4. Kalibrierung

Es ist wichtig, dass alle Messinstrumente regelmäßig kalibriert werden. Bei gelegentlichem täglichem Gebrauch empfehlen wir die Durchführung einer jährlichen Kalibrierung. Wenn das Instrument jeden Tag durchgehend im Gebrauch ist, empfehlen wir eine Kalibrierung alle sechs Monate.

7.5. Kundendienst

Bei Reparaturen unter oder außerhalb der Garantie wenden Sie sich zu weiteren Informationen an Ihren Händler.

8. Technische Daten

8.1. Messspezifikationen

Hinweis: Alle Daten zur Genauigkeit beziehen sich auf Nenn-(Referenz-)-Umgebungsbedingungen.

Isolationswiderstand

Nennprüfspannung: Jede Spannung zwischen 500 und 10000 V
Stromvermögen des Prüfgenerators: >1 mA
Kurzschluss-Prüfstrom: 5 mA
Automatisches Entladen des Prüflings: Ja

Messbereich Riso: 0,12 MΩ bis 10 TΩ*)

Anzeigebereich Riso	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 999 kΩ	1 kΩ	±(5 % des Ablesewerts + 3 Digits)
1.00 ÷ 9.99 MΩ	10 kΩ	
10.0 ÷ 99.9 MΩ	100 kΩ	
100 ÷ 999 MΩ	1 MΩ	
1.00 ÷ 9.99 GΩ	10 MΩ	
10.0 ÷ 99.9 GΩ	100 MΩ	
100 ÷ 999 GΩ	1 GΩ	
1.00 ÷ 10.00 TΩ	10 GΩ	±(15 % des Ablesewerts + 3 Digits)

*Der Vollausschlag des Isolationswiderstands wird nach folgender Gleichung definiert:
R_{FS} = 1GΩ * U_{test}[V]

DC-Prüfspannung:
Spannungswert: Jeder Wert zwischen 500V und 10kV, Stufen von 25 V.
Genauigkeit: -0 / +10 % + 20 V.
Ausgangsleistung: max. 10 W

Anzeigebereich Prüfspannung (V)	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 9999V	1 V	±(3 % des Ablesewerts + 3 V)
≥10kV	0,1 kV	±(3 % des Ablesewerts)

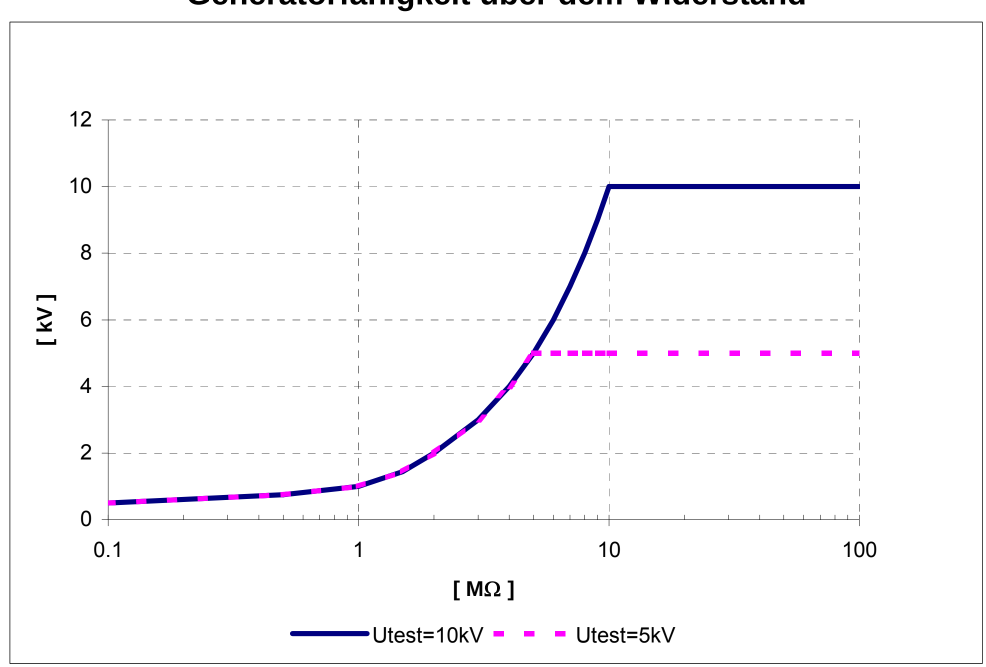
Strom:

Anzeigebereich I (mA)	Auflösung	Genauigkeit
1 ÷ 5.5 mA	10 µA	±(5 % des Ablesewerts + 0,05 nA)
100 ÷ 999 µA	1 µA	
10 ÷ 99.9 µA	100 nA	
1 ÷ 9.99 µA	10 nA	
100 ÷ 999 nA	1 nA	
10 ÷ 99.9 nA	0,1 nA	
0 ÷ 9.99 nA	0,01 nA	

Rauschstromunterdrückung (Widerstandslast)

Filteroption	Maximaler Strom bei 50Hz (mAeff).
Fil0	1,5
Fil1	2,5
Fil2	4,5
Fil3	5

Generatorfähigkeit über dem Widerstand



Dielektrisches Absorptionsverhältnis DAR

Anzeigebereich DAR	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 99.9	0,01	±(5 % des Ablesewerts + 2 Digits)

Polarisationsindex PI

Anzeigebereich PI	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 99.9	0,01	±(5 % des Ablesewerts + 2 Digits)

Dielektrischer Verlustfaktor DD

Anzeigebereich DD	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 99.9	0,01	±(5 % des Ablesewerts + 2 Digits)

Kapazitätsbereich für DD-Prüfung: 5 nF bis 50 µF.

Stufenspannung

DC-Prüfspannung:

Spannungswert: Jeder Wert innerhalb 2000 V (400 V, 800 V, 1200 V, 1600 V, 2000 V) und 10 kV (2000 V, 4000 V, 6000 V, 8000 V, 10 kV), Stufen von 125 V.

Genauigkeit: -0 / +10 % + 20 V.

Anzeigebereich Prüfspannung (V)	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 9999V	1 V	±(3 % des Ablesewerts + 3 V)
≥10kV	0,1 kV	±(3 % des Ablesewerts)

Leckstrom

Anzeigebereich Itrigg (mA)	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 5.5	1 µA	±(3 % des Ablesewerts + 3 Digits)

DC-Stehspannung
DC-Prüfspannung:
Spannungswert: Jeder Wert zwischen 500 V und10 kV.
Genauigkeit: -0 / +10 % + 20 V.

Anzeigebereich Prüfspannung (V)	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 9999V	1 V	±(3 % des Ablesewerts + 3 V)
≥10kV	0,1 kV	±(3 % des Ablesewerts)

Leckstrom

Anzeigebereich Itrigg (mA)	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 5.5	1 µA	±(3 % des Ablesewerts + 3 Digits)

Spannung
Wechsel- oder Gleichspannung

Anzeigebereich externe Spannung (V)	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 600	1 V	±(3 % des Ablesewerts + 4 V)

Frequenz der externen Spannung

Anzeigebereich (Hz)	Auflösung	Genauigkeit
0 und 45 ÷ 65	0,1 Hz	±0,2 Hz

Hinweis:
- bei Frequenz zwischen 0 und 45 Hz wird angezeigt: <45 Hz
- bei Frequenz über 65 Hz wird angezeigt: >65 Hz

Eingangswiderstand: 3 MΩ ± 10 %

Kapazität
Messbereich C: 50 µF*

Anzeigebereich C	Auflösung	Genauigkeit
0 ÷ 99.9 nF	0,1 nF	±(5 % des Ablesewerts + 2 Digits)
100 ÷ 999 nF	1 nF	
1 ÷ 50 µF	10 nF	

*Der Vollausschlag der Kapazität wird nach folgender Gleichung definiert:
C_{FS} = 10µF * U_{test}[kV]

8.2. Allgemeine Daten

Batterieversorgung .... 7,2 V= (6 × 1,2V NiMH IEC LR20; Mono)

Netzversorgung .... 90-260 V~, 45-65 Hz, 60 VA
.... (KAT III / 300 V)

Schutzklasse .... doppelte Isolierung ⧈
Überspannungskategorie: .... KAT IV 600 V
Verschmutzungsgrad 2
Schutzgrad .... IP 54 bei geschlossenem Gehäuse
Abmessungen (B x H x T) .... 36 x 16 x 33 cm
Gewicht (ohne Zubehör, mit Batterien) .... 5,5 kg
Visuelle und akustische Warnungen .... Ja
Display .... LCD-Punktmatrix mit Hinterleuchtung – (160 x 116)
Speicher .... Interner nichtflüchtiger Speicher,
.... 1000 numerische Messungen mit Uhrzeit
.... und Datum.

UMGEBUNGSBEDINGUNGEN
Betriebstemperaturbereich .... -10 ÷ 50 °C
Nenn-(Referenz-)Temperaturbereich .... 10 ÷ 30 °C
Lagerungstemperaturbereich .... -20 ÷ +70 °C.
Max. Luftfeuchtigkeit .... 95 % RF (0 - 40 °C), nicht kondensierend
Nenn-(Referenz-)Feuchtigkeitsbereich .... 40 ÷ 60 % RF

SELBSTKALIBRIERUNG
Selbstkalibrierung des Messsystems .... nach jedem Einschalten

ANSCHLUSSSYSTEM
Zwei Sicherheits-Bananensteckerbuchsen .... +OUT, -OUT (10 kV KAT I, Grundisolierung)
Zwei SCHIRM-Bananensteckerbuchsen .... GUARD (600V KAT IV, Doppelisolierung)
Schirmwiderstand .... 400 kΩ ± 10 %

ENTLADEN
Nach Abschluss jeder Messung.
Entladewiderstand: .... 425 kΩ ± 10 %

SERIELLE KOMMUNIKATION RS232
Serielle Kommunikation RS232 .... galvanisch getrennt
Baudraten: .... 2400, 4800, 9600, 19200 Baud, 1 Stopbit, keine Parität.

Anschluss:..9-polige D-Standardbuchse RS232.

USB-KOMMUNIKATION
USB-Slave-Kommunikation............................galvanisch getrennt
Baudrate: ....115000 Baud,
Anschluss:...Standard-USB Typ B.

UHR
Eingebaute Echtzeituhr ....Ständig angezeigt und als Parameter in Kombination mit dem Ergebnis gespeichert.